



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 11289296 A

(43) Date of publication of application: 19.10.99

(51) Int. Cl

H04B 10/02
G02F 1/11
H04B 10/17
H04B 10/16
H04J 14/00
H04J 14/02

(21) Application number: 10090383

(22) Date of filing: 02.04.98

(71) Applicant: FUJITSU LTD

(72) Inventor: ONAKA HIROSHI
MIYATA HIDEYUKI
OTSUKA KAZUE
KAI TAKETAKA
NAKAZAWA TADAO
CHIKAMA TERUMI(54) OPTICAL TRANSMISSION EQUIPMENT,
OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND
OPTICAL TERMINAL STATION

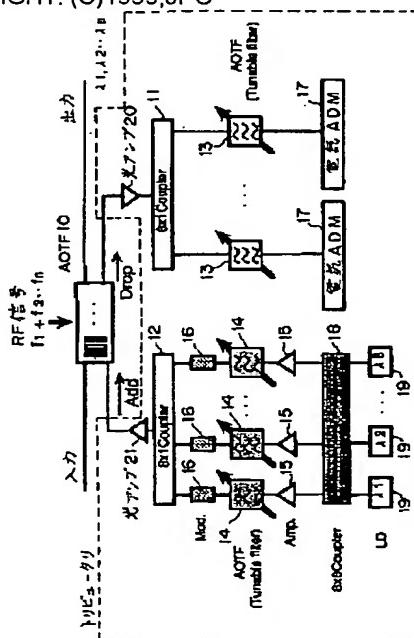
extracted from a through optical signal by the AOTF 10.

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical wavelength multiplex network using an AOTF and having high reliability and high cost performance and a device to be used for the network.

SOLUTION: In the case of constituting an OADM device in an OADM system, an AOTF 10 is used. The AOTF 10 can select an optional wavelength by changing the frequency of an RF signal to be impressed. The AOTF 10 can drop an optical signal of specific wavelength out of a wavelength multiplex optical signal inputted from an input or synthesize a wavelength multiplex signal inputted from an addport with a through optical signal. In practical device constitution, it is realistic to use the AOTF 10 only for drop while considering the increment of coherent crosstalk. Or in another method, a dropped optical signal is branched by a photocoupler, wavelength is selected by a tributary station and the wavelength selected by the tributary station is

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号 特開平11-289296

(43)公開日 平成11年(1999)10月19日

(21)出願番号 特願平10-90983

(22)出願日 平成10年(1998)4月2日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1

号 尾中 覧

富士通株式会社内

(72)発明者 宮田 英之

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1

号 富士通株式会社内

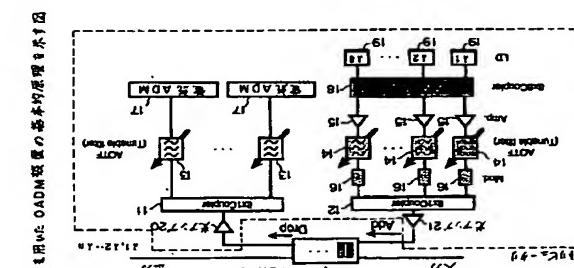
(74)代理人 井理士 大曾 義之 (外人名)

(全60頁)最終頁に統く

(61)Int.CI. ⁶ H 04 B 10/02 G 02 F 1/11 H 04 B 10/17 H 04 J 14/00	識別記号 F 1 H 04 B 9/00 G 02 F 1/11 H 04 B 9/00 H 04 J 0 L	(1)特許請求の範囲	(1)特許請求の範囲
(21)出願番号 特願平10-90983	(71)出願人 000005223	(22)出願日 平成10年(1998)4月2日	(72)発明者 宮田 英之
(74)代理人 井理士 大曾 義之 (外人名)	(全60頁)最終頁に統く		

(54)【発明の名称】光伝送装置、光伝送システム及び光端局

- (57)【要約】
【課題】AOTFを使用した構造性、及びコストパフォーマンスの良い光波長多重ネットワーク及びそのための装置を提供する。
【解決手段】OADMシステムにおいて、OADM装置を構成する際、AOTF10を使用する。AOTFは印加するRF信号の周波数を変えることによって、任意の波長を選択することができる。入力から入ってきた波長多重信号の中から特定の波長の光信号をドロップしたり、アドポートから入力された波長多重信号をスルー光信号と合波することができる。ただし、コヒーレントクロストークが大きくなることを考慮して、架橋の接続構成においては、AOTFをドロップ専用に使用することが現実的である。あるいは、他の方法においては、ドロップ光信号はカブラーで分岐し、波長をトリビュータリ局で選択するようにし、トリビュータリ局で選択された波長をAOTFでスルー光信号から抽出するようにする。



AOTF10とOADM装置の基本構成図

- ことを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。
【請求項1】WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を分岐したり、抑入したりする光伝送装置であつて、前記第1及び第2の可変波長選択フィルタに入力する光信号のそれぞれの波長に対するRF信号の印加パワーを調整することにより、前記第1及び第2の可変波長選択フィルタで分岐されない透過光信号のパワーを調節することを特徴とする請求項2に記載の光伝送装置。
【請求項10】入力伝送路と前記第1の可変波長選択フィルタの間に、抑入すべき光信号を合波する前記光合波器と、抑入すべき光信号の間に光増幅器を備え、伝送路の損失と前記光伝送装置の損失を相殺することを特徴とする請求項4に記載の光伝送装置。
【請求項11】入力伝送路と前記第1の可変波長選択フィルタの間に光増幅器を、第1の光増幅器と分散相位器と第2の光増幅器とから構成し、分散相位器では伝送路によって光信号を受けた分散を補償し、この分散相位器の損失を第2の光増幅器で相殺することを特徴とする請求項4に記載の光伝送装置。

- 【請求項12】**前記第1または第2の光増幅器の入力部は、表面弹性波の作用を利用した1個のAOTF、もしくは該AOTFを複数カスケード接続したものであることを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

- 【請求項13】**前記第1の可変波長選択フィルタで処理する波長と前記第2の可変波長選択フィルタで処理する波長が分岐・抑入されるべき光信号の波長を短波長側から番号を付けたときの奇数番目と偶数番目と波長に対応する波長であることを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

- 【請求項14】**前記第1の可変波長選択フィルタの前段に分散器を持ち、該分散器により伝送してきた光信号の一部を分岐して、分岐された光信号を受信する端局に送信し、前記第1及び第2の可変波長選択フィルタは次のノードに伝送すべき光信号をスルー光信号として透過ポートに出力し、次段のノードに伝送すべきない信号を分岐光信号として選択ポートに伝送することを特徴とする請求項4に記載の光伝送装置。

- 【請求項15】**前記第1の可変波長選択フィルタの前段と前記光合波器の後段に1×2光スイッチを備え、該1×2光スイッチのポートの一方が通常使用する前記第1及び第2の可変波長選択フィルタに接続し、他の一方のポートが半偏の第1及び第2の可変波長選択フィルタに接続し、通常使用する第1及び第2の可変波長選択フィルタに障害が生じた時に該1×2光スイッチを切り替えて予偏の第1及び第2の可変波長選択フィルタを使用して伝送を行なうことを特徴とする請求項5に記載の光伝送装置。

- 【請求項16】**前記第1の可変波長選択フィルタで分岐された光信号と合波するための光増幅器の出力ポートに光スベクトラルモニタを接続して、分岐された光信号の有無・波長・パワーを監視することを特徴とする請求項1又は1に記載の光伝送装置。

- 【請求項17】**前記第1の可変波長選択フィルタの前段に分散器を持ち、該分散器により伝送してきた光信号の一部を分岐して、分岐された光信号を受信する端局に送信し、前記第1及び第2の可変波長選択フィルタは次のノードに伝送すべき光信号をスルー光信号として透過ポートに出力し、次段のノードに伝送すべきない信号を分岐光信号として選択ポートに伝送することを特徴とする請求項4に記載の光伝送装置。

- 【請求項18】**前記第1及び第2の可変波長選択フィルタでは分岐の機能だけを持ち、抑入すべき光信号を第1及び第2の可変波長選択フィルタを透過した透過光信号に光合波器を用いて合波させることを特徴とする請求項1に記載の光伝送装置。

- 【請求項19】**前記第1の可変波長選択フィルタで分岐された光信号と、前記第2の可変波長選択フィルタで分岐する請求項4に記載の光伝送装置。

- 【請求項20】**前記第1の可変波長選択フィルタの分散光を出力するポートと、前記第2の可変波長選択フィルタの分散光信号を合波するための合波器の間に可変波長選択フィルタのシテネータを持ち、これにより前記第1の可変波長選択フィルタの分散光信号のパワーを前記第2の可変波長選択フィルタの分散光信号のパワーとほぼ同一になるよう調整するよう構成されたことを特徴とする請求項5に記載の光伝送装置。

- 【請求項21】**前記第1及び第2の可変波長選択フィルタで分岐された光信号を合波する前記波ートに接続し、波長モニタを接続して、分岐された光信号の有無・波長・パワーを監視することを特徴とする請求項5に記載の光伝送装置。

- 【請求項22】**前記第1及び第2の可変波長選択フィルタの分散されない光信号を出力する透過ポートに前記第1及び第2の可変波長選択フィルタ内部を光信号が伝播することによって生じる偏波分離を打ち消す手段を備える

ルタで挿入されるべき光信号に対応する波長の分岐操作を行うことを特徴とする請求項10又は11に記載の光伝送装置。

【請求項17】WDM光通信システムにおいて、分岐及び挿入すべき光信号を分岐・挿入する光伝送装置から分岐した光信号を受信し、挿入すべき光信号を該光伝送装置に伝送する光端局であって、所定の波長の光信号を、所望の数だけ合併し、挿入すべき光信号として前記光伝送装置へ伝送する光波渡器を備えることを特徴とする光端局。

【請求項18】前記光波渡器の後段に分岐補償器を備え、伝送路の分岐を最適に補償することを特徴とする請求項17に記載の光端局。

【請求項19】伝送に用いるすべての信号波長に対応する複数の光源を備え、該複数の光源の出力光を合波する合波器と、該複数された光源波長数を最大とする所望の数までを分波する分波器と、該分波器により分波されたそれぞれの光について、所定の光波長を選択する光可変フィルタと、

伝送に用いる最大の信号波長数を最大とする所望の数まで光を分波する分波器と、該分波器により分波された光源波長数を最大とする所望の数までを分波する光増幅器と、該増幅器による損失を補償する光増幅器と、所定の波長及びハーフ波長で選択された各波長のレベルを補正することを特徴とする請求項19に記載の光端局。

【請求項20】伝送路から伝送されてきた波長多重光信号のうち、所定の波長の光信号を分岐し、あたる所定の光信号を挿入する光伝送装置と、該光伝送装置から分岐された光信号を生成し、前記光伝送装置に挿入すべき光信号として伝送する手段と、を備えることを特徴とする請求項17に記載の光端局。

【請求項21】前記分波器の出力のそれぞれに備える光フィルタを、選択波長を可変することのできる可変光フィルタとし、前記光端局で任意の波長の光信号を選択して受信することを特徴とする光伝送システム。

【請求項22】前記分波器の出力のそれぞれに備える光フィルタを、選択波長を可変することのできる可変光フィルタとし、前記光端局で任意の波長の光信号を選択して受信することを特徴とする請求項20に記載の光伝送システム。

【請求項23】前記光伝送装置において、伝送路への出力ポートにモニタ用の分岐ポートを設け、光信号の有無を監視すると同時に、所望の波長の光信号を選択して受信するための波長選択フィルタへの別御信号の印

号を分岐するための波長選択フィルタへの別御信号を印加し、1波挿入用AOTFが安定化したことと確認した後に、該光伝送装置の分岐・挿入用AOTFに所定のRF周波数を印加し、1波選択用AOTFが安定化したことを確認した後、該端局の1波挿入用AOTFに所定のRF周波数を印加し、1波挿入用AOTFの動作が安定し、且

すれかに伝送路の波長分離特性を補償する分岐補償手段

所定の光波長と光パワーになるように制御した後に、該端局の光送信器を駆動するシーケンス処理を有することを特徴とする光伝送システム。

【請求項30】該光伝送装置では、光信号を分岐、挿入するかしないかに關わらず、スルーさせること以外は常にAOTFにRF信号を印加して光信号を分岐しておき、該端局では、1波分岐用AOTFにRF信号を印加しないことで、伝送路中のASEを削減し、バスなしだを特徴とする請求項3～37のいずれか1つに記載の光伝送システム。

【請求項31】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

【請求項32】波長分岐値が正である伝送路を有することを特徴とする請求項3～37のいずれか1つに記載の光伝送システム。

【請求項33】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

【請求項34】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

【請求項35】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

【請求項36】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

【請求項37】各中継スパン毎あるいはノード毎のいずれかに配置する分岐補償手段の各分岐補償量は分岐補償間の伝送路の分岐量に基づいて設定することを特徴とする請求項3～8に記載の光伝送システム。

7 M) 方式、光領域での時分割多重 (Optical Time-Division Multiplexing : OTDM) 方式、波長分割多重 (Wavelength Division Multiplexing : WDM) 方式等の研究が行なわれている。

1000.4】これらの方程式の中で、WDM方式は光ファイバの広帯域・大容量性を有効利用でき、さらに光合波器 (光フィルタ) を用いることにより開閉方式・遮断によらず伝送光信号を選択・挿入可能となり上記光波ネットワークの機能を実現できる。

1000.5】すなわち、光波ネットワークではネットワーク上の各ノードで必要に応じて分岐・挿入 (Add/Drop Multiplexer : ADM) 、伝送路を選択する・ルーティング・クロスコネクトを行う機能を持つ必要がある。

1000.6】光信号の分岐・挿入を行なうための装置としでは、光ADD/DROP装置が研究開発されている。

1000.7】波長固定型は、分岐・挿入を行う光信号の波長が固定されている波長固定型と任意の波長の光信号を分岐・挿入できる任意波長型がある。

1000.8】このような波長固定型においては、分岐・挿入する場合は、光波ネットワークの構築時に決定され、各波長の光信号をシステム全体で特定の波長で変換してから送信される。また、各波長の光信号を直接送信する場合は、各波長毎に波長固定型の波長を変換してから送信される。

1000.9】これに対し、任意波長型は分岐・挿入する光信号の波長をシステム構築後においても遮断操作で変えることができる。そのため、各波長毎に波長固定型の波長を変換してから送信される。

1000.10】図5-7は、光スイッチを用いた光ADM (Optical Add/Mux) 装置の構成の一例を示した図である。波長11～1nの波長多重光は入力側からデマルチプレクサ (DMUX) に入力され、各波長の光信号に分岐される。各波長の光信号は、各波長毎に波長固定型の波長を変換してから送信される。

1000.11】2×2光スイッチは、光路を切り替えることによって、各光信号を、直進させるか (スルーさせるか) 、ドロップさせるかする。

1000.12】2×2光スイッチでドロップされた光信号は、トリビュータリ局 (ブランチ局) に送信される。2×2光スイッチをスルーした光信号は、そのままマルチプレクサに投入され、波長多重光に多段されて出力される。

1000.13】光受信器ORで光信号を電気信号に変換されたものは、電気信号で、AD・ドロップ処理を行う電気ADM (Electrical ADM) で処理される。また、EMから、トリビュータリ局から送信すべき信号が由来され、光送信器OSによって光信号に変換されて送出される。同様に示される、トリビュータリ局の各光送信器OSの出力する光信号の波長は、OADM装置でドロップされた波長の内いずれかを用いるようにし、光エンドツチに入力される。光エンドツチでは、光送信局OSから送信されてくる光信号の光路を切り替えて、ドロップ処理を行っている2×2光スイッチに、対応する波長の光信号を送るようにしている。ドロップ処理を行っている各2×2光スイッチでは、ドロップした光信号の波長と同じ波長の光信号をトリビュータリ局から受け取り、マルチプレクサMUXに送信する。このようにして、トリビュータリ局から送信されてきた光信号は、OADM装置をスルーランする光信号とマルチプレクサMUXで合波され、波長多重光信号として出力される。

1000.14】このようにして得られた波長多重光信号は、OADM装置の構成の一例を示した図である。波長11～1nの波長多重光は入力側からデマルチプレクサ (DMUX) に入力され、各波長の光信号に分岐される。各波長の光信号は、各波長毎に波長固定型の波長を変換してから送信される。

1000.15】さらに、上記の方式では、光信号をマルチプレクサに投入され、波長多重光に多段されて出力される。2×2光スイッチがシステム全体で強くなってしまうという問題が無い。また、ファイバグレーティン

9 光信号に対して持つことになる。このようないバンドバスフィルタのような特性の光受信器ORに光信号を供給するため、合波した光信号を分岐する。同様には、表示されないが、光受信器ORには、波長選択フィルタが設けられており、分岐波器で分岐された光信号の中から所望の波長の光信号を選択して受信する。

1000.16】このように、OADM装置で波長多重された光信号を各波長の光信号に分離してからそれぞれを光スイッチでドロップすることにより、所望の波長の光信号をドロップすることが出来る。トリビュータリ局側で、波長成分で見るより、各波長の非常に狭くなつたシステムが、バスバンドの各波長について、この間に狭くなつてしまうと音の問題を避けようとするすれば、各光装置のバスバンドを厳密に一致させる必要があり、システムの設計及び設置作業が非常にシビアになります。

1000.17】本発明の課題は、AO-TDFを使用した慣性WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を、WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を、WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を提供することである。

1000.18】【課題を解決するための手段】本発明の光伝送装置は、WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を、WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を、WDM通信システムにおいて、任意の波長の光信号を提供することであ

る。

1000.19】このようないバンドバスフィルタの特徴は、プラント側で選択されなかつた、分岐・抑制入すべき光信号号のうち、一部の光信号号についての分岐・抑制入操作を行う第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタで選択されなかつた、分岐・抑制入すべき光信号号について分岐・抑制入操作を行う第2の可変波長選択フィルタとの少なくとも2つの可変波長選択フィルタを備え、複数の可変波長選択フィルタを用いて分岐・抑制入すべき光信号号の全てを分岐または抑制することを特徴とする。

1000.20】本発明の光伝送装置は、WDM光通信システムにおいて、分岐及び抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入する光伝送装置から分岐した光信号号を受信し、抑制入すべき光信号号を該光伝送装置に伝送する光端局であつて、所定の波長の光信号号を、所留の数だけ合波し、抑制入すべき光信号号として配光光伝送装置へ伝送する光端局とから伝送することを特徴とする。

1000.21】本発明の光伝送装置は、WDM光通信システムにおいて、分岐及び抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入する光端局と、少なくとも2つの可変波長選択フィルタを備え、複数の可変波長選択フィルタを用いて分岐・抑制入すべき光信号号の全てを分岐または抑制することを特徴とする。

1000.22】本発明の光伝送装置は、WDM光通信システムにおいて、分岐及び抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入する光端局のうち、所定の波長の光信号号を、WDM光通信システムにおいて、分岐及び抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入する光端局から分岐した光信号号を受信し、抑制入すべき光信号号を該光伝送装置から分岐された光信号号を受信し、抑制入すべき光信号号を該光伝送装置に伝送する光端局とから伝送されることを特徴とする。

1000.23】本発明の光伝送装置は、WDM光通信システムにおいて、分岐及び抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入する光端局と、少なくとも2つの可変波長選択フィルタを用いて分岐・抑制入すべき光信号号を分岐・抑制入操作を行う第1の可変波長選択フィルタと、前記第1の可変波長選択フィルタで選択されなかつた、分岐・抑制入すべき光信号号について分岐・抑制入操作を行う第2の可変波長選択フィルタとの少なくとも2つの可変波長選択フィルタを備え、複数の可変波長選択フィルタを用いて分岐・抑制入すべき光信号号の全てを分岐または抑制することを特徴とする。

モニタで所定の光信号が分岐されたことを確認した後、該端局の1波長入用AOTFに所定のRF周波数を印加し、1波長入用AOTFの動作が安定し、且つ、光スペクトルモニタで監視した構成はすべて含んでいる。次に、波長選択フィルタとなるように制御した後に、該端局の光送長と光パワーになるよう前に制御した後に、該端局の光送信器を駆動するシーケンス処理を有することを特徴とする。

[0027] 本発明の更に他の側面における光伝送システムは、1波以上の光波長に送信信号をアドすることができる。これには、AOTF 1 0がある波長の光信号をドロップする動作を行っている時には、同時に同じ波長の光信号をアドする作用を有しているからである。RF信号としては、ドロップあるいはアドした波長の光信号に対応する周波数のRF信号をAOTF 1 0に印加しているだけで良い。

[0034] アドする光信号は、同図の左側の構成によって生成される。光源となるレーザダイオードLD 1 9は、アドすべき光信号の波長を有するLD 1 9がアドする光信号の数だけ駆けられており、AOTF 3 2からドロップされた光信号のレベルをほぼ同じにしてカブら出力される波長1.1～1.8の光は8×8カブラ1.8で一旦合波された後、分岐される。これは、AOTF 1 5によって増幅され、波長選択フィルタとしてのAOTF 1 4に入力される。AOTF 1 4では、波長1.1～1.8が多重された光から光信号送出に使いたい波長の光を抽出すると、AOTF 1 4で抽出された波長の光は、変調器1.6によって変調され、光信号とされる。このようにして生成された各波長の光信号は、8×1カブラ1.2で合波され、光アンプ2 1で増幅されて、AOTF 1 0に入力される。AOTF 1 0では、アド光信号がスルーラインに合波され、出力側に出力される。

[0035] このように、AOTF 1 0を使用すれば、原理的には、このAOTF 1 0を1つ使っただけで、ODMの機能を達成することができます。ただし、実際のAOTFの特性は、上記原理で説明したような理想的なものではないので、様な工夫が必要とする。例えば、AOTF 1 0のアポートから入力されるアド光信号は、AOTFのクロストークがあ、ドロップがトポートに並かに出力される。アド光とドロップ光とは波長が同じである。AOTF 1 0で波長をアド・ドロップしない場合には、このクロストークを避けよう構成しなくてはならない。

[0031] AOTF 1 0による光波長の選択は、ドロップしたい波長に対応するRF信号(電気信号)を印加することによって行う。同図の場合、AOTF 1 0では、波長1.1～1.8の波長多重光信号が入力されている。そして、AOTF 1 0には、波長1.1～1.8に対応する周波数1.1～fnまでのRF信号のうち、8つが印加される。

[0032] AOTF 1 0に印加されたRF信号の周波数に対応する波長の光信号は、AOTF 1 0のドロップポートに取出され、光アンプ2 0によって増幅された後、8×1カブラ1.1に入力される。ここで、カブラが8×1構成となっているのは、ドロップされる波長数が50個であるためである。あるいは、A

8となっているからである。8×1カブラ1.1はドロップされてきた光信号を波長の数だけ分岐する。分岐された各光信号はすべて同じ光信号であり、ドロップされた波長の光信号をすべて含んでいる。次に、波長選択フィルタとしてAOTF 1 3が駆けられており、電気ADM(光信号受信器)1.7に各波長の光信号が送信される。

[0031] 一方、AOTF 1 0は、所望の光信号をドロップするだけではなく、ドロップした波長の光信号と同じ波長の光信号をアドすることができます。これは、AOTF 1 0に印加された光信号は、光アンプ3 0で伝送路の損失の補償のために增幅され、1段目に入力される。そこで、更に、AOTF 1 0に印加された波長の光信号を付けていた場合に、偶数番目あるいは、奇数番目の波長の光信号のドロップのみを相当するようになります。そして、2段目では、ドロップされなかった、奇数番目あるいは偶数番目の波長の光信号のドロップを相当するようになります。このように構成することによって、隣合う2つの光信号をドロップする場合にも、波長間隔が最低でも1.6 nmとなるので、AOTFの波長選択性でも十分クロストークを少なくすることができます。

[0041] また、同図の構成では、アド光信号は、AOTF 2からドロップされた光信号のレベルとAOTF 3 1からドロップされた光信号のレベルをほぼ同じにしてカブら3 5で合波される。これは、AOTF 2がロスが大きく、AOTF 1を1つだけ通過した光信号と2つ通過した光信号ではレベルに大きな差が生じてしまうからである。もし、レベル差があるままドロップ光信号を送出すると、受信側で、あるいは受信側に届くまでに光アンプで増幅しようとしても、レベルの低い光信号がうまく増幅されず、受信側で信号を正しく受信できなくなってしまう。アド光は、お応する波長がスルーラインに合波されており、その開いているグリッド(光信号の波長の既定位置)に合波されれば良いので、同図のようになくなってしまう。アド光は、お応する波長がスルーラインにカブラで合波される。

[0042] なお、同図では、AOTFを2つ用いて、ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示したが、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上のAOTFを用いてもよい。このように、多くのAOTFを用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の波長が最も近い光信号間の波長間隔を広め、互いに波長の値が最も近い光信号間の波長間隔を広げることができます。これをカブラ3 0にカブラ3 5で合波され、アド光信号としてカブラ3 3に投入される。このようにして、カブラ3 3に入力されるスルーライン光は互いに合波され、光アンプ3 4で増幅され、ODM装置のスルーラインとしてカブラ3 3に入力される。光送信器Sからは、AM変調された各波長の光信号(ドロップ光信号の波長と同じ波長)がカブラ3 6で合波され、アド光信号としてカブラ3 3に入力される。このようにして、カブラ3 3に入力されるスルーライン光とドロップすべき光信号を2つに分岐し、1つはAOTF 3 1と2段目のAOTF 3 2を使ってドロップすべき光信号をドロップするのは、AOTFの波長選択性によるものである。すなわち、AOTF 3 1はRF信号が印加されたときの波長選択性の幅が広く、ITU-T G. 692勧告ドレフトで規定されている0.50ロップ光として使用される波長の数でも、全波長数でも

OTF 1 0の選択帯域をはずしておけば、ASEがスルーラインの波長外に挿入されることになるので、スルーラインのS/N比の劣化には影響しなくなることが出来る。図2は、実際のAOTFを実験してOADM装置を構成する場合の基本構成例のブロック図である。

[0037] 同図に示すのは、AOTFを光信号のドロップのみに使用する構成である。入力側から入力された光信号は、光アンプ3 0で伝送路の損失の補償のために增幅され、1段目のAOTF 3 1に入力される。1段目のAOTF 3 1では、ドロップすべき波長の光信号の内一部のみをドロップする。そして、1段目ではドロップされない、奇数番目あるいは偶数番目の波長の光信号のドロップを相当するようになります。そして、2段目では、隣合う2つの光信号をドロップする場合に、ドロップされなかつ、奇数番目あるいは偶数番目の波長の光信号のドロップを相当するようになります。このように構成することによって、隣合う2つの光信号をドロップする場合にも、波長間隔が最低でも1.6 nmとなるので、AOTFの波長選択性でも十分クロストークを少くすることができる。

[0041] また、同図の構成では、アド光信号は、AOTF 2からドロップされた光信号のレベルとAOTF 3 1からドロップされた光信号のレベルをほぼ同じにしてカブら3 5で合波される。これは、AOTF 2がロスが大きく、AOTF 1を1つだけ通過した光信号と2つ通過した光信号をアドする機能を有している。前述したように、AOTFは、ドロップした光信号の波長と同じ波長の光信号をアドする機能を有している。アド光とドロップの両方の機能を合わせると、ドロップ側にアド側の光が混ざり込んでクロストークを発生してしまう。特に、この場合、アド光とドロップ光の波長が同じヒューレンストークなので、クロストークによって生じる、ビート成分が大きくなり、ドロップ側で正常に光信号を受信することができなくなり、ドロップ側で正常に光信号が混ざり込んでクロストークを発生してしまう。アド光は、お応する波長がスルーラインに合波されており、その開いているグリッド(光信号の波長の既定位置)に合波されれば良いので、同図のようにスルーラインにカブラで合波される構成を探用する。

[0042] なお、同図では、AOTFを2つ用いて、ドロップすべき光信号の全てを分岐する構成を示したが、必ずしも2つに限られるものではなく、2つ以上のAOTFを用いてもよい。このように、多くのAOTFを用いると、1つのAOTFでドロップすべき光信号の波長が最も近い光信号間の波長間隔を広め、互いに波長の値が最も近い光信号間の波長間隔を広げることができます。これをカブラ3 0にカブラ3 5で合波され、アド光信号としてカブラ3 3に入力される。このようにして、カブラ3 3に入力されるスルーライン光は互いに合波され、光アンプ3 4で増幅され、ODM装置のスルーラインとしてカブラ3 3に入力される。光送信器Sからは、AM変調された各波長の光信号(ドロップ光信号の波長と同じ波長)がカブラ3 6で合波され、アド光信号としてカブラ3 3に入力される。これは、上記原理で説明したような理想的なものではないので、様な工夫が必要とする。例えば、AOTF 1 0のアポートから入力されるアド光信号は、AOTFのクロストークがあ、ドロップがトポートに並かに出力される。アド光とドロップ光とは波長が同じである。AOTF 1 0で波長をアド・ドロップしない場合には、このクロストークを避けよう構成しなくてはならない。

[0031] AOTF 1 0による光波長の選択は、ドロップしたい波長に対応するRF信号(電気信号)を印加することによって行う。同図の場合、AOTF 1 0では、波長1.1～1.8の波長多重光信号が入力されている。そして、AOTF 1 0には、波長1.1～1.8に対応する周波数1.1～fnまでのRF信号のうち、8つが印加される。

[0032] AOTF 1 0に印加されたRF信号の周波数に対応する波長の光信号は、AOTF 1 0のドロップポートに取出され、光アンプ2 0によって増幅され、光アンプ2 0によって構成される。これは、光アンプ2 0を操作させておくと、光信号をアドしないものかわらず、ASE(Amplified Spontaneous Emission)光がノイズとしてスルーライン光信号に加えられてしまつ

[0041] 図3は、AOTFを使ったブロードキャスト機能対応のOADM装置の構成例を示すブロック図である。同図(a)に示されるように、入力側から波長1～1nが波長多重され、送信側で送信される。これがカブラ4 0で増幅し、カブラ4 1に入力する。カブラ4 1では、入力した光信号を2つに分岐し、1つはAOTF 4 2に入力し、もう1つはドロップすべき光信号を示すOADM装置の波長選択性によるものである。すなわち、AOTF 3 1はRF信号が印加されたときの波長選択性の幅が広く、ITU-T G. 692勧告ドレフトで規定されている0.50ロップ光として使用される。分岐する数は、ド

[0 0 6 4] また、同図のように、波長分波器で各波長の光信号に分岐してしまうと、受信する波長を変えないという場合に、波長分波器が各波長に先に分波してしまうので、対応するのが難しいという点が存在する。例えば、受信側で同じ波長の光信号を受信したいという場合には、波長分波器の1つのポートから信号を分けなければならず、そのような構成がシステム構築当初から取扱いがない場合には、1つのポートからの光信号を分岐するカブレ等を新たに設けなくてはならない。

[0 0 6 5] 図7、8は、AOTFを用いたADM装置の具体的な構成の第2の例を示す図である。図7の構成は、基本的に図5の構成と同様であるので、詳細な説明は省略する。

[0 0 6 6] 伝送路により入力される光信号は、光増幅部 ILA で増幅され、分散補償ファイバで分散が補償され、スイッチ部 P SW1 に入力される。スイッチ部 P SW1 は、前述したように、現用、予備の冗長化のための構成である。スイッチ部 P SW1 から出力された光信号は、チューナブルフィルタモジュールTFMの光モニタ部を通過し、AOTF1、AOTF2 でドロップ光信号がドロップされて、2×2カブラー1に入力される。

[0 0 6 7] 2×2カブラー1からの出力のうち一部は、スペクトルアナライザSAUに入力され、スペクトルが解析される。2×2カブラー1で合波されたドロップ光信号は光アンプで増幅された後、1×4カブラーで分岐され、各波長分波部PWA2による光信号の増幅は、ADM装置全体

ルーしていく。

[0 0 6 0] AOTF1とAOTF2で分岐されたドロップすべき光信号は、2×2カブラーで合波され、再び光増幅部TFAで増幅され、トリビュータリ局へと送信される。一方、2×2カブラー1のもう一方のポートから、は、光アテネータを介して光スペクトルモニタ部のスベクトルアナライザSAUに入力され、ドロップされた光信号の波長及びパワーが所定の基準を満たしているか否かが検出される。

[0 0 6 1] AOTF2をスルーした光信号は、前述したように、偏波モード分散補償器PMDに入力され、偏波モード分散が補償された後、光モニタ部を介してスペクトル部P SW2の2×2カブラー2に入力される。スイッチ部P SW2の2×2カブラー2には、アド光信号も入力される。アド光信号は、光増幅器PWA1で増幅され、トリビュータリ局からの伝送ロスによる損失が補償される。更に、分散補償ファイバDCFによる分散が補償され、2×2カブラー2に入力される。2×2カブラー2で合波されたスルー光信号とアド光信号は、冗長化のためのスペクトルを介して、光増幅部PWA2に入力され、ブースタB ST3、4からの励起光により増幅され、カブラーで分岐される。大部分の光信号は、カブラーから伝送路に出力されるが、一部は光スペクトルモニタ部に送られ、波長測定用センサや各波長の光信号のパワーが解析される。光増幅部PWA2による光信号の増幅は、ADM装置全体

る。同図では、ドロップ光の波長数は4であるとするが、必ずしも4に限られるものではない。1×4カブレで分岐された光信号は、全てのドロップ波長を含んでおり、トリビュータリ局の受信部TR B1のAOTFで各波長が抽出される。ここでAOTFは1×4カブレからの光信号の中から所望の波長を抽出する作用をしており、ドロップする光信号の波長を変える予定のない場合には、通常のバンドパスフィルタも使用可能である。

AOTFを使用するのは、本システムを実用するユーザの要望により柔軟に対応するためであり、ユーザの要望としてシステム使用中にアド・ドロップする光信号の波長を変えることは強く望まれることである。なお、波長選択フィルタとしてのトリビュータリ局のAOTFは、記述されているチューナブルフィルタコントローラTFFによって制御される。同図の場合には、AOTFが24波つか配られていながら、ドロップ光信号として4波を使用する場合には、AOTFを4つ使用する。

【0062】図6は、図5のOADM装置を使ったシステムにおけるトリビュータリ局の構成例を示した図である。チューナブルフィルタモジュールTFMでドロップされた光信号は、トリビュータリ局の波長分波器で各波長に分波される。同図の場合、波長λ₁～λ_{3.2}までの3.2波に分波されている。これらの各波長の光信号は、既存光ネットワークの光電気変換部OEで受信され電気信号に変換された後、当該ネットワーク用の信号、例えば、1波光ネットワークの場合には、そのネットワークで使われている波長の光信号に変換され、伝送される。

一方、既存光ネットワーク等の信号出力部では、電気光変換部OEで電気信号が図5でドロップされた光信号の波長λ₁～λ_{3.2}に変換されて、送出される。これらの光信号は、アッテネータで相対的レベル調整が行われ、合波器で合波され、図5のOADM装置にアド光信号として送出される。

【0063】なお、同図では、ドロップ光信号の波長は3.2個あり、この3.2個の波長全てが使用されているよう示されているが、システムの構成等では、これらのように示されているが、システムの構成等では、これら全ての波長を全て使用する必要はない。一部の波長のみを使用してもよい。この場合、図5のチューナブルフィルタの一部、例えば、周波数番号の波長の光信号をドロップする場合は、AOTFを4つ使用する。

【0064】AOTF 1でドロップされなかったスループラグモード分散補償器PMDで偏振モード分散補償されてから、光アンプに入力され、AOTF 2に入力される。このように、AOTFを2段にしているのは、前述したように、1つのAOTFでドロップすべき波長の一部、例えば、周波数番号の波長の光信号をドロップする場合は、AOTFを4つ使用する。

ある。これは、AO TFTの波長選択性の半価幅が比較的広いので、クロストークができるだけさけるためになされている処置である。

[0069] AO TFT 2をスルーレした光信号は、再び、偏波モード分散補償器 PMDによって偏波モード分散が補償されながら、光モニタを通してシリチウム部 P SW 2の 2×2 カプラ CPL 2に入力され、アド光信号と合波される。同図の場合、ドロップ光の波長が 4波であるので、アド光信号の波長も 4つの同じ波長を適用する。

カプラCPL4には、 1×8 カプラが設けられており、将来のアップグレードに対応できるよう構成されているが、現在使われているのは1~4番のポートのみである。カプラCPL4で合波された各波長の光信号は、光アンプPWA1で増幅され、分散偏倚ファイバDCFで分散が補償されてから、スイッチ部PSW2の2×2カプラCPL2に入力される。そして、スルー光とアド光が合波され、プロテクションスイッチ(現用)、予備を取り替えるスイッチを通して、OADM装置の出力側の光アンプ部PWA2に入力される。そして、光アンプ部PWA2に入力した光信号は、励起光源BTS3、BTS4からエネルギーを与えられて、パワーが增幅された後、カプラCPL1を介して伝送路に取出されていく。なお、カプラCPL1で分岐された一部の光信号は、スペクトルアナライザネットSTAUに送られ、OADM装置から取出される光スペクトルの状態が解析される。

れ、ODM装置が正常に動作しているか否かのモニタに使用される。

【0070】図8は、トリビュータリ直のアド光送信側の構成を示す図である。アド光信号送信部は、レーザハントと光変調部及び不図示の電気ADM装置(E ADM)からなっている。送信すべきデータは電気ADM装置から電気信号として送信されてきて、レーザパンクから光を変調する駆動信号として使用される。

【0071】レーザパンクは、複数の互に異なる波長の光を出力するレーザダイオードからなっており、これらがレーザダイオードユニットLDU#1～#4に取扱われている。ここで、障害発生時に対応するため冗長化がなされており、レーザダイオードユニットLDUは、現用(Work)と予備(Protection)とが用意されている。また、アドする光信号の波長が1～3のいずれの波長にも変更可能のように、異なる波長を出力するレーザダイオードが3×2個設けられている。これらのレーザダイオードから出力される光は、合波器で合波され、1～3の波長の光が波長多重された光を生成する。レーザダイオードユニットが冗長化されているのに 対応して合波器も現用と予備が取付けられている。

【0072】合波器から出力された光は、光アンプ部で増幅される。光アンプ部も冗長化されており、アンプ部の構成は、増幅部が2つ設け、その間にアダプターで接続される。光アンプ部は、現用と予備が取付けられる。

日本では、看板や看板などによく見かける言葉です。

タを入れることによって、後の増幅媒體への光の入射強度を調節する作用を得る為である。増幅媒體で増幅された光信号は、カプラCPLで一部が分歧され、カプラ部CPL3に入力される。分歧された光信号は、スペクトルアライザユニットSAULに入力される。スペクトルアライザユニットSAULは、スペクトルアライザコントローラSAU CNTと、これに制御されるスペクトルアライザSAUとからなっており、カプラCPLはシステムのオペレーターが手動でレーザーの波長も4つの同じ波長を使用する。

カブレ C P L 4 には、 1×8 カブレが設けられており、将来のアップグレードに対応できるように構成されている。現在使われているのは 1 ~ 4 番のポートのみである。カブレ C P L 4 で合波された各波長の光信号は、光アンプ P W A 1 で増幅され、分散補償ファイバ D C F で分散が補償されながら、スイッチ部 P S W 2 の 2 × 2 カブレ C P L 2 に入力される。そして、スル光とアド光が合波され、プロテクションスイッチ（現用、予備を切り替えるスイッチ）を通して、O A D M 装置の出力側の光アンプ部 P W A 2 に入力される。そして、光アンプ部 P W A 2 に入力した光信号は、励起光源 B S T 3、B S T 4 からエネルギーを与えて、パワーが増幅された後、カブレ C P L 1 を介して伝送路に出力されていく。なお、カブレ C P L 1 で分岐された一部の光信号は、スペクトルアナライザユニット S A U I に送られ、O A D M 装置から出力される光スペクトルの状態が解析され、O A D M 装置が正常に動作しているか否かのモニタに使用される。

【0070】図 8 は、トリビュータリ局のアド光送信側の構成を示す図である。アド光信号送信部は、レーザベントと光絞り調節及び不回示の電気 A D M 装置（E A D M）からなっている。送信すべきデータは電気 A D M 装置から電気信号として送信されてきて、レーザーベンクからの光を変調する駆動信号号として使用される。

【0071】レーザーベンクは、複数の互いに異なる波長の光を出力するレーザーサイドオードからなっており、これらがレーザーサイドオードユニット L D U # 1 ~ # 4 に収納されている。ここでも、障害発生時に対応するため冗長化がなされており、レーザーサイドオードユニット L D U # 1 は、現用（Work）と予備（Protection）とが用意されている。また、アドする光信号の波長が 1 ~ 3 のいずれの波長にも変更可能なよう、異なる波長を出力するレーザーサイドオードが 3 ~ 2 個設けられている。これらのレーザーサイドオードから出力される光は、合波器で合波され、1 ~ 3 の波長の光が波長多重された光を生成する。レーザーサイドオードユニットも冗長化されているのにに対応するため、各部の構成は、増幅器部で 2 個設けた。

【0072】合波器から出力された光は、光アンプ部で増幅される。光アンプ部も冗長化されており、光アンプ部の構成は、増幅器が 2 個設けた。

【0073】このように、異なる波長のレーザーオードを制御するのに使用される。同図に示されるように、スペクトルアナライザユニット S A U I 及びレーザダイオード制御部 L D C M が冗長化されている。

【0074】複数のレーザーサイドオードから出力された光を合波したものは、光増幅器で増強された後、カブレ部 C P L 3 の 1 × 8 カブレに入力される。1 × 8 カブレでは、入力された光をアド光信号の波長として使ううえだけ分岐し、光変調部に送る。今の場合、アド・ドロップする光信号の波長は 4 つだけであるとのことで、実際光接続されているのは、1 × 8 カブレの 4 つのポートのみである。残りのポートは反対方向の通信回線用に隠されている。残りのポートは光変調器（不回示）に光を供給するために使用される。

【0075】1 × 8 カブレの出力ポートに接続されたフレイバは、アドする光信号の波長分だけられた変調器を有する光変調部に送られる。同図では、内部構成は、1 つだけのものの記載となっているが、実際には、同じ構成の変調装置が 4 つ取付けられている。レーザーベンクから送られてきた光は波長選択部 T F R 1 の前段の A O T F で、先ず、アド光として使用する波長の光が選択される。この選択された波長の光は変調器 M o d に印加される。一方、電気 A D M からは、所定の波長の光信号としてデータが送られてきて、受信器 O R で受光信号としてデータが受け取られる。この電気信号は分配器で分割され、デジタル・リップル・オフロップ D - F F と電気增幅器を介して変調器 M o d に印加される。この電気信号に変換されると、この電気信号はアド光部の前段の A O T F で選択された波長の光信号を変調され、出力される。変調トローハーで選択された波長の光信号は 1 × 2 カブレで分岐され、一方がコントローラーで光信号が行なわれ、一方がコントローラーで光信号が行なわれる。この途中にアッセキングトローハーが設けられる。この途中にアッセキングトローハーが設けられる。

タを挟んだようになっている。これは、間にアンテナ 50 にフィードバックされ、変調器Modが安定して動作する

るようには調節される。

【0076】このようにして、変調器M₀dで変調された光信号は、光アンプPOAで増幅され後、波長選択部の後段のAOTFに入力されてアド光信号として送出される。ここで、光アンプPOAで増幅した後に再びAOTFを通過させるのは、光アンプPOAで発生したノイズを除去するためであり、このAOTFは波長選択部の前段のAOTFの選択波長と同じ波長を選択するように設定されているものである。

【0077】なお、レーザンクからの光の中からアド光信号を選択するのに、選択波長固定型のフィルタではなく、選択波長を可変できるAOTFを使用するのは、アド・ドロップする光信号の波長を変えたいときに容易に対応できるようにするためである。

【0078】また、波長選択部の前段のAOTFでアド光信号に使用する波長を1波だけ最初に選ぶことによつて、変調器M₀dの後段の光アンプPOAは、1波用のアンプで良くなり、小型のアンプを使用することができるので、前述したように、最初に変調をかけて、後に波長を選択することも可能であるが、この場合には、変調器の後段のアンプは波長多皿光用の光アンプでなくてはならず、大型になるとともに、高価になってしまう。

【0079】図9、10は、AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の第3の例である。図9の場合、伝送路が現用と予備に冗長化されている様子が描かれている。後に説明するように、伝送路の冗長化にも顧慮があり、UPSR (uni-directional path switch ring) や2ファイバ、4ファイバのBLSR (bi-directional line switch ring) 等の構成がある。同図の場合、4ファイバBLSRを前提にしており、伝送路(PB)とOADM装置に接続されているのは、4ファイバのBLSRの場合の反対方向の伝送路のOADM装置に接続される。この構成は、4つに分岐されている。次に、光信号の波長変換を行うトランスポンダ#1に入力される。詳細な構成は省略されているが、トランスポンダ#1～#4の4通りがあり、それぞれ1×4カブラーから出力される光信号を受信する。

【0080】トランスポンダ#1に入力された光信号は波長選択フィルタとしてのAOTFにより、1つの波長の光信号が選択され、光受信器ORIによって電気信号に変換される。この電気信号は、分配器で2つに分岐され、デジタルフリップフロップD-FFおよび増幅器を通って、変調器M₀dに印加される。変調器M₀dは、送信側のレーザンクLDBKから光が送信されきており、レーザンクLDBKから送られる複数の波長の中から適当な波長がAOTF1で選択されて、入力される。そして、AOTF1で選択された光信号は変調器M₀dで変調されて出力される。出力された光信号は、光アンプPOAで増幅された後、AOTF2で増幅され、ドロップ光信号は、1×8カブラーで波長多皿トランスポンダ#1に入力される。このようにして、他のノットワークにデータを送信する。

【0081】スイッチ部PSW1を通して送られた光信号は、チューナブルフィルタモジュールで削除した作用により、光アンプPOAで増幅され、4波以上のドロップ光信号は、2×8カブラーで合波された後、光アンプPWA1で増幅され、波長多皿トランスポンダ#1に入力される。このように、他のノットワークにデータを送信する。

【0082】カブラー部CPL4の1×8カブラーの前段に光モニタが各波長のアド光信号毎に設けられているが、これは、カブラー部CPL4がちゃんと装着されているか否かをモニタするために設けられているものである。

【0083】1×2カブラーで合波されたアド光信号は、光は、冗長のために接続されたループ光とアド光を生成するために使用されるのは、4つのみであり、他の4つは、受信側のトランスポンダに光信号の波長変換用光として送られる。

【0084】図9、10は、図9の具体例におけるトリビュータリ局側の構成を示した図である。受信側では、OADM装置からドロップされ、分岐された光信号の数だけ受信器TRB#1～#8(1)が設けられる。受信器TRB#1のみ内部構成が示されているので、これについて説明する。他の受信器TRB#2～#8(1)も同様の構成である。

【0085】先ず、ドロップされた光信号は8波からなる。つまり、この光信号が受信器TRB#1(1)に入力されると、光アンプAMP1で増幅される。光受信器OMP1は、励起光源BBSSTから励起光を受け取つており、この光信号が受信器TRB#1(1)に入力されると、光アンプAMP1で増幅される。光アンプAMP1は、励起光源BBSSTから励起光を受け取つて、その後の動作は、受信側のトRで電気信号に変換する。この後の動作は、受信側のトRで電気信号がドロップされた光信号として送信されたり、OADM装置間にアド光信号として送信されたりと同様なので説明を省略する。そして、ATR#4から出力されるアド光信号は、同様に生成されたトランスポンダ#6～#8までの光信号と1×4カブラーで合波され、OADM装置間にアド光信号として送信される。

【0086】トランスポンダ#1～#4までの波長多皿シス템であるトランスポンダ#1～#4は、AOTFをを使ったOADM装置の具体的構成の第4の例を示す図である。図11の構成は、図9の構成とほとんど同じなので、概略説明をする。なお、同図の場合には、アド側に結構がなされていないが、省略されているだけであって、実際には、トリビュータリ局のアド光信号送側が接続されるべきものである。

【0087】図11、12は、AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の第4の例を示す図である。図11の構成は、図9の構成とほとんど同じなので、概略説明をする。なお、同図の場合には、アド側に結構がなされていないが、省略されているだけであって、実際には、トリビュータリ局のアド光信号送側が接続されるべきものである。

【0088】図11～13は、OADMによる波長交換装置の構成を示す図である。このようにして、波長選択部TRB#1～#4で抽出されたドロップ光信号は2×4カブラーで合波され、波長多皿ネットワークで接続され、波長多皿ネットワーク毎に印加される。もちろん、ドロップされたままの波長を次段の波長多皿ネットワークがサポートしていない場合には、トランスポンダ#1を介して、波長を変換して接続するようになる。

【0089】受信部TRB#8は、4波以上の波長多皿ネットワークをサポートしている。チューナブルフィルタモジュールでドロップ光信号は、1×8カブラーで波長多皿トランスポンダ#1に入力される。このようにして、波長選択部TRB#8は、OADM装置のトリビュータリ局の構成を示している。4波以上のドロップ光信号は、2×8カブラーで合波された後、光アンプPWA1で増幅され、波長多皿トランスポンダ#1に入力される。

【0090】伝送路より入力された光信号は、光増幅器で増幅され、分配相手に接続されたOADM装置の第4の例を示す図である。このようにして、波長選択部TRB#1～#4で抽出されたドロップ光信号は、光アンプAMPで増幅された後、1×4カブラーで4つに分岐され、波長多皿ネットワーク毎に印加される。もちろん、ドロップされたままの波長を次段の波長多皿ネットワークがサポートしていない場合には、トランスポンダ#1を介して、波長を変換して接続するようになる。

【0091】受信部TRB#8は、4波以上の波長多皿ネットワークをサポートしている。チューナブルフィルタモジュールでドロップ光信号は、1×8カブラーで波長多皿トランスポンダ#1に入力される。このようにして、波長選択部TRB#8は、OADM装置のトリビュータリ局の構成を示している。4波以上のドロップ光信号は、2×8カブラーで合波された後、光アンプPWA1で増幅され、波長多皿トランスポンダ#1に入力される。

長を選択するようになります。AOTFはチューナブルフィルタドライバTFによって駆動される。OADM装置でドロップされた光信号は、全て2段のAOTFによって選択されるので、2段目のAOTFのスルーポートには、原理的にノイズ以外は光信号は出でこない。従って、2段目のAOTFのスルーポートから出力される光は破棄する。その他の構成及び動作は、OADM装置のAOTFによる光信号のドロップのための構成及び動作と同じなので、説明を省略する。

【0095】このようにして、選択された波長のドロップ光信号は、 2×2 カブラーで合波され、増幅されて、次段の波長多ネットワークに送信される。尚、前述通り、次段のネットワークがドロップされたままの光信号の波長をサポートしない、あるいは、別の光信号を使用している場合には、波長変換して次段のネットワークに送信する。

【0096】図13は、アド光信号を生成するために光を合波して、これを利用するレーザーバンクの構成及び概念を説明する図である。任意波型のOADMシステムを構築するためには、任意の波長の光信号をドロップして抽出して使うことができる。特に、波長分割多重通信だけでなく、対応する任意の波長の光信号をアドできなくてはならない。そのためには、トリビュタリ局側で任意の波長の光信号を生成できなくてはならないので、波長を任意に変えることのできる光源が必要である。しかし、現在光源として広く使われているレーザダイオードは、波長を変えることが難しい。というのも、もともとレーザーというのは、翠色媒体を反射鏡で挟んで、反射鏡間で光を往復させる間に強度の無い光を放出するという構成をとつており、翠振波長はこの翠色媒体の特性と、反射鏡間の光学的距離に依存する。特に、同じレーザーで異なる波長を発振させようとする場合には、反射鏡間の光学的距離を変えなくてはならないが、この方法があまりないというのが現状である。現状考えられる光学的距離の変更の仕方は、反射鏡の位置を機械的に移動させるか、屈度を上下して、発光媒材の屈折率を変化させるというぐらいである。反射鏡を機械的に動かすのは、レーザーが可動部を有することになるので、反射鏡の位置が狂いやしく、安定したレーザ発振を行うことができない。また、温度を上にして波長を変化させる場合には、レーザーの構成に可動部がないので、安定した発振はできるが、温度上昇などによる波長の変化が小さいので、波長多システムのグリッド全体をカバーすることはできない。

【0097】そこで、本実施形態では、使用する可能性のある全ての波長を発振波長とするようなAOTFの構成は、各レーザーの発振波長を束ねて、光アソブで増幅されたり、光カブラー14で選択される波長がないので、光受信器144に送信される光信号は存在しない。このように、システムの初期状態では、全てのバスが閉じられ、どこも光信号通りであり、波長1~1nをそれぞれ発振波長としている

るレーザダイオード1~3を駆け、それぞれに発振される。それぞれが発振する波長は、スペクトルモニタ13で監視され、予め定められている基準波長値と比較し、それがじた場合には、発振波長にすればの生じたレーザダイオード1~3の駆動電流あるいは温度を調整して、発振波長が所定の値になるように調整される。

【0098】各レーザダイオード1~3が発振する光信号は、合波器1~3で合波され、1つの光とされる。そして、光アンプ1~3で増幅され、分配器1~3で必要な数だけ分岐される。

【0099】この光を使用する場合には、AOTF等のチューナブルフィルタ1~3、あるいは、使用する波長が固定しているのであれば、選択波長を固定されているバンドバスフィルタ等で必要な波長をレーザバンクから光から抽出し、外部変調器1~3まで変調をかけ、光アンプ1~3で増幅して送出する。

【0100】図14~図20は、複数の波長の異なる光源の光を合波して、これを利用するレーザーバンクの構成及び概念を説明する。任意波型のOADMシステムを構築するためには、任意の波長の光信号をドロップして抽出して使うことができる。特に、波長分割多重通信ではなく、対応する任意の波長の光信号をアドできなくてはならない。そのためには、トリビュタリ局側で任意の波長の光信号を生成できなくてはならないので、光受信器1~4では光信号は検出されない。

【0101】このように、複数の波長の異なる光源の光を合波して、これを利用するようすれば、光源の発振している波長の光であれば、どの波長であってもファイル側(出力側)に送信される。トリビュタリ局側には、光信号はドロップされない。したがって、光カブラー1~2にも光信号は入力されないが、AOTF1~4には、3~2波以外の波長位置を選択するようなRF信号を印加される。これは、図1~4のとき、AOTF1~4に3~2波分のRF信号が印加されていたので、AOTF1~4の特性をあまり大きく変えないようにするために、わざと3~2個の周波数のRF信号を印加しているのである。

【0102】図14~図20は、OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法を説明する図である。なお、図にはAOTFが1つしか記載されていないが、前述したようなAOTFを2つ以上いる場合も同様である。

【0103】図14は、OADM装置を含むOADMシステムの初期状態を示している。入力側から例えば、3~2波の波長多重光信号が送信されてきた場合に、まだ、システムが稼働する前は、光信号がどこにも出力されない状態が好ましい。そこで、OADM装置のAOTF1~4は、3~2波全ての波長を選択するように、RF信号発振器からRF信号をAOTF1~4に印加する。すると、入力側から入力された3~2波全ての波長はドロップされてしまい、スルーポート(出力側)には光信号が送出されない。従って、3~2波全ての光信号は、トリビュタリ局側へ送信される。トリビュタリ局では、送信された大きな波長の光信号をより多くドロップするようになり、波長が大きくなる、いわゆる、チルトが起きている場合のみを示しているが、各波長の光信号が全くバラバラで同一位置を得ることができる。

【0104】図15は、OADM装置でドロップはしないように、AOTF1~4に印加されるRF信号の波長が波長1~3の波長多ネットワークに送信される場合である。このようにして、OADM装置のAOTF1~4は、3~2波全ての波長を選択するので、反射鏡は、波長1~3で分岐される。AOTF1~4の1の方は、波長1~2を選択し、もう一方は波長1~3を選択する。このようにして、光受信器1~4の一方では、波長1~2の光信号が受信され、もう一方では、波長1~3の光信号が受信される。

【0105】図15は、OADM装置でドロップはしないように、AOTF1~4と1~3に波長を選択するようにしておき、AOTFの動作の安定を図る。また、波長多重されれた光信号間のパターの違いを抑える働きも持たせることができる。

【0106】図16は、OADM装置でドロップはしないが、入力される光信号が波長毎に異なるパターを有している場合のAOTFの制御方法を説明する図である。なお、同図では、波長が1~1~3~2に行くに従ってパターが大きくなる、いわゆる、チルトが起きている場合のみを示しているが、各波長の光信号が全くバラバラで同一位置を得ることができる。

【0107】図17は、OADM装置でドロップはしないが、入力される光信号が波長毎に異なるパターを有している場合のAOTFの制御方法を説明する図である。ここで、AOTF1~4は、1波のみを選択するように1波のみを選択するための1つの周波数のRF信号が印加される。AOTF1~4の1の方は、波長1~2を選択し、もう一方は波長1~3を選択する。このようにして、光受信器1~4の一方では、波長1~2の光信号が受信され、もう一方では、波長1~3の光信号が受信される。

【0108】図18は、トリビュタリ局での選択波長のラッピングについて説明する図である。OADM装置のAOTF1~4からドロップされた波長数分(同図では4波)に分岐され、AOTF1~8まで各波長が選択される。し

るレーザダイオード1~3を駆け、それぞれに発振される。それぞれが発振する波長は、スペクトルモニタ13で監視され、予め定められている基準波長値と比較しない場合には、3~2波以外の場所を1~1を選択するようRFP信号を印加しておく。これにより、AOTF1~4がRFP信号を印加されることによって、波長毎のパターの伝送品質の向上に役立てることができる。

【0109】このように、AOTF1~4を波長をドロップするがために使うではなくて、波長毎のパターの違いをなくするために使用することによって、システムの伝送品質の向上に役立てることができる。

【0110】なお、AOTF1~4には、やはり、常に3~2波分の波長を選択するための3~2個の周波数のRF信号を印加するようにしておき、AOTF1~4には、信号を印加するようにしておく。これにより、AOTF1~4及び1~3に印加されるRFP信号のパターがRFP信号を選択する場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0111】なお、上記した波長のパターの違いを補償する動作は、制御CPUを設けておいて、ソフトウェアで行うようにしてもらよい。図17は、OADM装置でドロップを行う場合の各AOTFの制御方法を説明する図である。

【0112】ここでは、波長1~1~3~2の内、1~2と1波のみを選択する場合を考える。入力側から3~2波の光信号が印加されると、AOTF1~4には、波長1~2と3~2をを選択する。これは、図1~7は、OADM装置でドロップを行った場合の各AOTFの制御方法を説明する図である。

【0113】ここでは、波長1~1~3~2の内、1~2と1波のみを選択する場合を考える。入力側から3~2波の光信号が印加されると、AOTF1~4には、波長1~2と3~2をを選択する。これは、図1~7は、OADM装置でドロップを行った場合の各AOTFの制御方法を説明する図である。

【0114】このように、AOTF1~4と1~3に波長を選択するようにして、光受信器1~4の一方では、波長1~2の光信号が受信され、もう一方では、波長1~3の光信号が受信される。

【0115】図18は、トリビュタリ局での選択波長のラッピングについて説明する図である。OADM装置のAOTF1~8まで各波長が選択される。しかし、温度変化やRF信号の周波数のずれなどにより、AOTF1~4からは光信号が出力されない。従って、光波長域から十分離れた位置に設定することにより、AOTF1~8まで各波長が選択される。し

る通りであり、波長1~1~1nをそれぞれ発振波長とす

るレーザダイオード1~3を駆け、それぞれに発振される。それぞれが発振する波長は、スペクトルモニタ13で監視され、予め定められている基準波長値と比較しない場合には、3~2波以外の場所を1~1を選択するようRFP信号を印加しておく。これにより、AOTF1~4がRFP信号を印加されることによって、波長毎のパターの違いをなくするために使用することによって、システムの伝送品質の向上に役立てることができる。

【0116】このように、AOTF1~4を波長をドロップするがために使うではなくて、波長毎のパターの違いをなくするために使用することによって、システムの伝送品質の向上に役立てることができる。

【0117】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0118】なお、AOTF1~4には、やはり、常に3~2波分の波長を選択するための3~2個の周波数のRF信号を印加するようにしておき、AOTF1~4には、信号を印加するようにしておく。これにより、AOTF1~4及び1~3に印加されるRFP信号のパターがRFP信号を選択する場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0119】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0120】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0121】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0122】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0123】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0124】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0125】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0126】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0127】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0128】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0129】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0130】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0131】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0132】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0133】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0134】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0135】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0136】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0137】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0138】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0139】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0140】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0141】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0142】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0143】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0144】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0145】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0146】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0147】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0148】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0149】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0150】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0151】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0152】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0153】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0154】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0155】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させることができる。

【0156】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0157】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0158】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0159】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0160】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0161】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0162】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0163】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0164】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0165】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0166】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0167】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0168】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0169】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0170】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0171】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0172】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0173】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0174】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0175】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0176】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0177】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0178】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0179】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3~2波全ての波長を選択する。RFP信号発振器1~4で生成して、印加するようにする。RF信号は光信号は選択しない場合も同じになり、AOTF1~4の動作を安定化させことができる。

【0180】このようにして、AOTF1~4を波長をドロップする場合には、3

ドロップされた光信号の波長とAOTF1 8 2の選択波長とが異なることがある。従って、AOTF 2 0で選択された光信号を監視し、光信号の波長とAOTF 1 8 2の選択波長とを一致させせる必要がある。そこで、AOTF 1 8 2の後段に例えば、10：1カブラー1 8 3を設け、大半を光受信器で受信すると共に、一部をフォトダイオードPD 1 8 5でパワーを検出して、その結果をトラッキング回路2 0 8に送る。これにより、AOTF 1 9 6とAOTF 2 0 0は同じ選択波長を有する必要があるので、CPU 1 9 3が取得し、直接受信RF信号を印加するRF信号を削除する。これで、AOTF 1 9 6とAOTF 2 0 0は同じ波長選択特性を有することになり、同じ波長の光信号を適切に選択することができます。AOTF 1 9 6を通過した光信号は、アド光信号として光カブラー1 9 5で合波され、途中分波補償ファイバで分散され、AOTF 1 8 2をスルーした光信号と光カブラー1 9 0で合波される。

[01119] AOTF 1 8 5で受信された光信号は、増幅されると共に、アド光信号が正常にアドされているか否かを検出するために、光カブラー1 9 1で分岐され、1×4光スイッチ2 0 4を介して光スペクトルアナライザ1 9 3で解析される。この結果は、OADM装置制御CPU 1 9 6で制御信号生成に使用され、AOTF 1 8 0やAOTF 2 0 0を制御する。

[01116] 図1 9は、OADMシステムのAOTFの全体の構造を示す。同図で、図1 8と同じ番号についているものは同じものなので詳しい説明を省略する。

[01117] OADM装置のAOTF 1 8 0でドロップされた光信号が光カブラー1 9 4で分岐され、1×4光スペクトラムを介して光スペクトルモニタ1 9 2に入力されている。これは、OADM装置のAOTF 1 8 0が光信号の波長を選択する場合に、透明に、ドロップすべき光信号の波長にマッチした動作を行っているか否かを検出するためのものである。すなわち、ドロップすべき光信号の波長とAOTF 1 8 0の選択波長特性とがずれている場合は、ドロップすることができず、光信号のスペクトルを完全にドロップすることができる。光信号に波形劣化などを引き起こして好ましくないので、AOTF 1 8 0に印加するRF信号の周波数とパワーを制御するためである。光スペクトルモニタ1 9 2の解析結果は、OADM装置制御CPU 1 9 3に入力され、AOTF 1 8 0が適切に動作するようにRF信号の制御信号が送出される。

[01118] また、図1 8で説明したトラッキング回路1 8 6もOADM装置制御CPU 1 9 3で解析を交換し、AOTF 1 8 2を適切に動作するように制御する。トリビュータリ局のアド光信号生成側では、LDバイブル2 0 2から出された光が、光カブラー2 0 1によって分岐され、AOTF 2 0 0によって波長選択されるが、この波長選択も適切に行われているか否かを監視し、AOTF 2 0 0を制御するために、光カブラー1 9 9で光を分岐し、P D 1 9 8で受光して結果をトラッキング回路2 0 3に入力する。トラッキング回路2 0 3はOADM装置制御C

[01126] このように、AOTF及びレーザーベンクを最初に駆動し、動作が安定したら、次にAOTF 1 8を駆動する。AOTF 1 8 0の動作が安定したら、光受信器1 9 4でドロップ光信号を受信する。次にAOTF 1 9 6、2 0 0を駆動し、動作が安定したら、光受信器1 9 7を駆動し、アド光信号を送信する。

[01127] 図2 1 0は、AOTFの構成を示す。AOTF 2 0 0は、R信号をR信号の基板に同軸太線のようないく固定波長型から任意波長型へのアプグレードが可能となる。

[01128] 図2 1 1は、AOTFの構成を示す。AOTF 2 0 0は、オーバーリチウムの基板に印加する部分に偏光ビームスプリッタPBSを設けている。R信号は、1 DT (inter digital transducer) と呼ばれる、他を交互にかみ合わせたような電極に印加される。1 DTに所定の周波数のRF信号が印加されると、弹性波面波(SAW)が発生し、基板の表面を伝播する。このSAWが伝播することによる影響は、基板内部の光導路にもおよび、屈折率を周期的に変化させて、基板内部に薄い波長版のような静電場を形成する。SAWガイドは、基板表面に取り付けられた金剛網であり、SAWはこのガイドに沿って進行する。

[01129] 光入力から入力される光信号は、TEモードとTMモードとが混在したものであるが、PBS 1 で20 TMモードとTEモードとに分かれて別々の導波路を伝播する。ここで、入力された光信号のうち、SAWとともに相互作用する波長の光があると、上記した、弾性波長板の作用により、TEモードとTMモードとが入れ替わる。從って、PBS 2での当該波長の進行方向が変わら、ドロップ光信号として出力される。一方、SAWと影響がランダムに動き、TEモードとTMモードの入れ替わりが起こらない。從って、そのような波長の光は光出力として出力される。

[01130] 同様に、同様のアド光信号が入力される。TEモードとTMモードとに分岐されており、ドロップ光信号はドロップ光信号と同じ波長を有しているので、SAWと相互作用し、TEモードとが入れ替わって、光出力として送出される。このようにして、光信号のアド動作が行われる。

[01131] ところで、ニオブ酸リチウムは、複数折の特性を有しているので、TEモードの伝搬速度とTMモードの伝搬速度は導波路内で異なってしまう。従って、モード変換を受けない波長の光は偏波モード分離を受けてしまう。一方、モード変換を受けて送出されてしまう。例えは、図1において、ドロップするチャネル(波長)を固定しておき、チャネル固定型のOADMとして運用する。この場合、AOTF 1 0に印加するRF信号周波数f1、f2、…fnを固定することによって実現できる。アドドロップするチャネルが固定であるため原理的にはRF信号周波数を変化する必要がなく、制御が容易である。

[01132] 次に、任意のチャネル(波長)をアドノードロップする機能を有する任意波長型のOADMが要求される場合には、AOTF 1 0に印加するRF信号周波数f1、f2、…fnを固定する場合には、AOTF 1 4で実現できる。例えば、図1において、ドロップするチャネルを変更する場合には、AOTF 1 0に印加するRF信号周波数を変更するチャネル(波長)に合わせて変更すればよい。また、アドするチャネルを変更する場合には、LD 1 9、8×8カプラから構成されるレーザーベンクを設け、8×8カプラから出力されるWDM光(波長多重された光)から選択する波長をAOTF 1 4でチューニングすれば良い。この場合は、AOTF 1 4に印加するRF信号周波数を選択する波長に合わせて変化させれば良い。

から西への通信には、波長λ1.7～λ3.2を現用として使用している。

【0196】正常時は、西から来た光信号は、1×2カプラー4.10から光ループバックスイッチ4.11を通り、波長λ1.1～λ1.6までを現用として使用している波長Add/Drop部4.1.2に投入される。波長Add/Drop部4.1.2から出力される光信号は、光ループバックスイッチ4.1.3を通りて1×2カプラー4.1.4を介して伝送路に送出される。同様に、東から西に光信号を送信する場合には、1×2カプラー4.1.9から光ループバックスイッチ4.1.8を介して波長Add/Drop部4.1.7に入力される。波長Add/Drop部4.1.7では、波長λ1.7～λ3.2を現用として使用している。波長Add/Drop部4.1.7から送出される光信号は、光ループバックスイッチ4.1.6が切り替わる。また、OADMノードDでは、図4.3に示すようにループバックスイッチ4.1.1、4.1.6が切り替わる。一方、東側の予備回線を使って東側へ送信される。一方、東側の予備回線から入力された光信号は、西側のケーブル切断等により、光ループバックスイッチ4.3.5によつて、光ループバックスイッチ4.2.6に転送される。光ループバックスイッチ4.2.6は、転送された光信号を光1+1プロテクションスイッチ4.2.5を介して現用の波長Add/Drop部4.2.3に投入する。この光信号が現用の波長Add/Drop部4.2.3から出力されると、光1+1プロテクションスイッチ4.2.2、光ループバックスイッチ4.2.0を介して東側へ現用回線を使って送信される。

【0197】ここで、図4.2に示すように西側にケーブル切断が起こり、西側へ光信号を送信できない、あるいは、西側から光信号を受信できなくなつたとすると、東側から送られてくる波長λ1.1～λ1.6の予備回線が波長Add/Drop部4.1.2の現用装置により処理され、波長λ1.7～λ3.2の現用回線が波長Add/Drop部4.1.7の現用装置により処理されるようになる。すなわち、東側から送られてきた光信号は、1×2カプラー4.1.9で光ループバックスイッチ4.1.8に送られるところに、光ループバックスイッチ4.1.1は、西側からのバスを切断し、1×2カプラー4.1.9からの光信号を波長Add/Drop部4.1.2に送信するようになる。波長Add/Drop部4.1.2は、波長λ1.1～λ1.6の光信号を現用の接続で処理し、光ループバックスイッチ4.1.3と1×2カプラー4.1.4を介して東側へ送信する。1×2カプラー4.1.9からのもう一方の光信号は、光ループバックスイッチ4.1.8を介して波長Add/Drop部4.1.7に入力され、波長λ1.7～λ3.2までを現用装置で処理して、出力する。波長Add/Drop部4.1.7から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.1.6で光路が切り替えられ、1×2カプラー4.1.4から東側へ送信される。

【0198】図4.3に示すように、東側にケーブル切断が生じた場合は、上記説明と同じであつて、ただし、光ループバックスイッチ4.1.8が上記説明の光ループバックスイッチ4.1.1の動作をし、光ループバックスイッチ4.1.3が上記説明の光ループバックスイッチ4.1.6の動作をするようになる。

【0199】同図のように、波長Add/Drop部4.1.2で現用として使う波長と予備として使う波長とを波長Add/Drop部4.1.7では、現用と予備を入れ換

えて使用することにより、ケーブル切断が生じて、光信号の折り返しが必要になつた場合に、光信号の波長変換を行う必要がなくなる。従つて、装置の構成を簡単化でき、コストの低減に寄与するところが大きい。

【0200】同図のような装置構成は、BLSR(Bidirectional Line Switch Ring)という名前が示すように、リンク状のネットワーク(図4.4、4.5参照)において採用される。

【0201】図4.4は、正常時のリンクネットワークを構成した場合の例を図4.7に示す。図4.6のトワークを構成した場合には、このノードで折り返し伝送を行なくなつた場合には、このノードで折り返し伝送を行なわれる。東側の現用回線から入力した光信号は、そのまま現用の波長Add/Drop部4.3.1に入力される。図4.5の波長Add/Drop部4.3.1から出力された光信号は、光1+1プロテクションスイッチ4.4.6を介してBD-WDMカブラー4.4.7に入力する。ここでBD-WDMカブラー4.4.7に入力され、現用回線を使用して西側に送出される。一方、現用回線を介して西側から入力した波長λ1.6の光信号は、光ループバックスイッチ4.4.9から出力された光信号は、光ループバックスイッ

チ4.4.5を介して現用の波長Add/Drop部の内、波長λ1.1を吸う装置4.4.3に入力される。装置4.4.3から出力される光信号は、光ループバックスイッチ4.4.0で西向きの光信号と合波されて現用回線を東向きに伝送される。

【0202】このように、1つのファイバで両方向伝送を行う場合は、互いに逆方向に伝播する光信号の干涉が大きくならないように、異なる波長を使うようにする。例えば、同図では、西から東へ向かう信号を波長λ1.1～λ1.6とし、東から西に向かう信号を波長λ1.1～λ3.2としている。

【0203】1+1プロテクションにおける予備側の動作は、現用側の動作と同じであるが、使用される波長が異なっている。そのため、現用側と予備側がすべて使用することが必要なく、3.2波すべてを現用として使用することができる。

【0204】図4.8のOADMノードDの動作が以上の説明に対応する。東側のケーブルがすべて使えない場合に、上記説明と同様であつて、ただし、光ループバックスイッチ4.2.8の動作を光ループバックスイッチ4.2.0が、光ループバックスイッチ4.3.5と4.2.6の動作を光ループバックスイッチ4.2.7と4.3.4が行う。

【0205】図4.8のOADMノードDの動作が以上の説明に対応する。4ファイバBLSRでは、現用の波長Add/Drop部の故障と伝送路の切断が同時に起きても対応することができる。例えば、図4.9に示すように、現用の波長Add/Drop部4.2.3が故障し、西側へ向かう現用回線が同時に切断されたとする。このときは、東側の現用回線から入力された光信号は、現用の波長Add/Drop部4.3.1を介して光1+1プロテクションスイッチ4.3.0とバスが予備側に切り換えられ、光ループバックスイッチ4.2.9を介して西側へ送出される。一方、西側の現用回線から出力された光信号は、光1+1プロテクションスイッチ4.2.5で予備の波長Add/Drop部4.2.4に送られる。予備の波長Add/Drop部4.2.4から送出される。

【0206】図4.9の波長Add/Drop部4.3.1に示すように、波長λ1.1～λ3.2までを現用装置で処理し、光ループバックスイッチ4.2.5では、現用回線と予備回線の切り替えを行う。一般に、現用の波長Add/Drop部4.2.4に入力され、波長λ1.7～λ3.2までを現用装置で処理して、出力する。波長Add/Drop部4.1.7から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.1.6で光路が切り替えられ、1×2カプラー4.1.4から東側へ送信される。

【0207】図4.9の波長Add/Drop部4.2.3が故障し、西側へ向かう現用回線が同時に切断されたとする。このとき、東側の現用回線から入力された光信号は、現用の波長Add/Drop部4.3.1を介して光1+1プロテク

えなくなつた場合には、光1+1プロテクションスイッチ4.3.0が現用と予備を切り替えて障害を克服する。

【0208】図5.0は、1つのファイバで両方向伝送を行うシステムにおける2ファイバBLSRのノード構成である。同図の構成では、現用回線の東側から入力される光信号は、BD-WDMカブラー4.4.0で分歧され、光ループバックスイッチ4.4.2を介して現用波長Add/Drop部のうち、波長λ1.7～λ3.2を扱う(波長多直数を3.2と仮定している)装置4.4.4に入力する。ここでBD-WDMカブラーとは、Bi-Directional-WDMカブラーという意味である。装置4.4.4から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.4.6を介してBD-WDMカブラー4.4.7に入力され、現用回線を使用して西側に送出される。一方、現用回線を介して西側から入力した波長λ1.6の光信号は、光ループバックスイッチ4.4.9から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.4.5を介して現用の波長Add/Drop部の内、波長λ1.1を吸う装置4.4.3に入力される。装置4.4.3から出力される光信号は、光ループバックスイッチ4.4.0で西向きの光信号と合波されて現用回線を東向きに伝送される。

【0209】このように、1つのファイバで両方向伝送を行う場合は、互いに逆方向に伝播する光信号の干涉が大きくならないように、異なる波長を使うようにする。例えば、同図では、西から東へ向かう信号を波長λ1.1～λ1.6とし、東から西に向かう信号を波長λ1.1～λ3.2としている。

【0210】通常時における予備側の動作は、現用側の動作と同じであるが、使用される波長は波長λ1.1～λ3.2であり、東から西に向かう信号を波長λ1.1～λ3.2としている。

【0211】通常時における予備側の動作は、現用側の動作と同じであるが、使用される波長は波長λ1.1～λ3.2であり、東から西に向かう信号を波長λ1.1～λ3.2としている。

【0212】ここで、図5.1に示すようにADMノードの西側の伝送路が現用も予備も使用できなくなつたとすると、波長λ1.1～λ1.6の光信号は、東側から予備回線を使って、BD-WDMカブラー4.4.8に入力され、光ループバックスイッチ4.4.5に転送される。光ループバックスイッチ4.4.5は、転送された光信号を現用の波長Add/Drop部の波長λ1.1～λ1.6を処理する装置4.4.3に投入される。装置4.4.3から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.4.1を介してBD-WDMカブラー4.4.0に入力される。光ループバックスイッチ4.4.1を介して現用回線を使用して伝送され

る。

Add/Drop部4.3.1、4.3.2から出力された光信号は、光1+1プロテクションスイッチ4.3.0が現用として使用している。

【0213】図5.1の構成では、現用回線を使ってBD-WDMカブラー4.4.0に入力した、波長λ1.7～λ3.2までの光信号は、光ループバックスイッチ4.4.2を介して装置4.4.4に入力され、装置4.4.4から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.4.6で、光ループバックスイッチ4.4.9に転送される。光ループバックスイッチ4.4.9は、転送された光信号を現用の波長Add/Drop部の波長λ1.1～λ1.6を処理する装置4.4.3に投入される。装置4.4.3から出力された光信号は、光ループバックスイッチ4.4.1を介してBD-WDMカブラー4.4.0に入力される。光ループバックスイッチ4.4.1を介して現用回線を使用して伝送され

る。

【0214】一方、東側から現用回線を使って西側へ送出される。一方、西側の現用回線から出力された光信号は、光1+1プロテクションスイッチ4.2.5で予備の波長Add/Drop部4.2.4に送られる。予備の波長Add/Drop部4.2.4から送出された光信号は、光1+1プロテクションスイッチ4.2.2によって、光ループバックスイッチ4.2.0に送られ、現用回線を使って、東側へ送出される。

【0215】このように、伝送路の現用回線が壊えなく、あるいは、現用の波長Add/Drop部が使

れる。

【0214】また、図52に示すようにOADMノードの東側の伝送路が現用、予備共に使えなくなった場合には、上記と動作は同じであるが、光ループバックスイッチ450の動作を光ループバックスイッチ453が行い、光ループバックスイッチ446と449の動作を光ループバックスイッチ441と453が行う。

【0215】図53は、図50のOADMノードを用いてリンクネットワークを構成した場合の図である。また、図54は、OADMノードAの西側でケーブル断が生じた場合の例を示す図である。この場合、OADMノードAでは、図51と同様にループバックスイッチ445、446、449、450が動作し、またOADMノードBでは図52と同様に、ループバックスイッチ441、442、453、454が動作する。

【0216】なお、図41～図53において説明した入1～入3の光信号は、北米SONET OC-192又はOC-48、OC-12等に対応したフレーム構成を有する。

【0217】図55は、光1+1プロテクションスイッチの構成例を示した図である。OADMノードは光1+1プロテクションスイッチによって冗長化がなされ、光1+1プロテクションスイッチが故障した場合には、冗長化が機能しなくなるので、光1+1プロテクションスイッチそのものも冗長化しておくのが好ましい。

【0218】入力側から入力された光信号は、 2×1 カプラ460、461によってそれぞれ2分岐され、ゲートスイッチ462～465に入力される。ゲートスイッチ462～465を通過した後、再生器を入れるとする。

【0219】このように、ゲートスイッチ462～464、5を切り替えることによって、 2×1 カプラ460、461のいずれか一方が故障した場合には、ゲートスイッチ462、463か、ゲートスイッチ464、465のいずれかを開いた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出します。また、 2×1 カプラ460、461のいずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ462、464か、ゲートスイッチ461、465のいずれかが故障しても対応することができる。

【0220】図56は、光伝送路において、再生器をどうに挿入するかに関する考え方を説明する図である。同図(1)に示されるように、光伝送路には、光アンプ470～470-4が設けられ、これら光アンプ470～470-4を所定数中継した後再生器471で光信号の再生を行う。

【0221】同図(2)には、光アンプ470～470-4及び伝送路の冗長構成を示す原理的図である。

【0222】図57は、光伝送路を伝送する場合に、再生器を何回挿入するかを示す図である。図57(1)は、光アンプ470～470-4を所定数中継した後再生器471で光信号の再生を行った場合の構成である。

【0223】図57(2)は、光アンプ470～470-4を所定数中継した後再生器471で光信号の再生を行った場合の構成である。

70-4を中継される側の光信号のレベルの変化とSNRの劣化の様子を示している。同図(b)に示されるように、光信号のレベルは光アンプ470-1～470-4でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従って減衰するということを繰り返している。伝つて、光信号のレベルのみに着目すれば、伝送路に適な階層で光アンプを配置しておけばよい。しかし、同図(b)のSNR比のグラフに示されるように、光アンプでは、光信号にASE(Amplified Spontaneous Emission)というノイズが積み重ねられていくので、SNR比は徐々に悪化していく。SNR比の劣化は、劣化すればほど悪化の仕方が小さくなっていくが、そのような状態になると光信号の情報を正確に読み取ることができなくなってしまう。從つて、SNRが悪くなりきらない内に、再生器471を使って光信号の再生を行ななくてはならない。再生器471は、受信した波長多重された光信号を各波長に分波し、各波長毎に光受信器ORで光受信し、3R処理を行つて電気信号を生成し、この電気信号で光送信器OSで光信号に変換して送出する。各波長毎に再生された光信号は五方に波束多重光信号として伝送路に再び送出される。

【0224】このような再生器471を設ける方法は、直線型のネットワークでは、所定数の光アンプを通して、そこには再生器471を設けるようすればよいが、リングネットワークであつて、しかも冗長化がなされている場合には、予備のパスが使用された場合においても、再生器471を設ける方法は、光1+1プロテクションスイッチによって冗長化がなされないが、光1+1プロテクションスイッチが故障した場合には、冗長化が機能しなくなるので、光1+1プロテクションスイッチそのものも冗長化しておくのが好ましい。

【0225】OADMノードは光1+1プロテクションスイッチによって冗長化がなされ、光1+1プロテクションスイッチによって冗長化がなされ、ゲートスイッチ462～465に入力される。ゲートスイッチ462～465を通過した後、再生器を入れるとする。

【0226】このように、ゲートスイッチ462～464、5を切り替えることによって、 2×1 カプラ460、461のいずれか一方が故障した場合には、ゲートスイッチ462、463か、ゲートスイッチ464、465のいずれかを開いた状態にし、もう一方を閉じて、光信号を送り出します。また、 2×1 カプラ460、461のいずれかが故障した場合には、ゲートスイッチ462、464か、ゲートスイッチ460、465のいずれかが故障しても対応することができる。

【0227】実際のAOTFを使用してOADM装置を構成する場合の基本的構成例のaddock図である。図58 AOTFを使ったプロードキャスト対応のOADM装置の構成例を示すaddock図である。

【0228】AOTFの駆動回路の概略構成を示す第1の例を示す図である。

【0229】AOTFの駆動回路の概略構成を示す第2の例を示す図である。

【0230】OADM装置を含むOADMシステムの構成を示す原理的図である。

【0231】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークの正常時の構成を説明する図である。

【0232】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図である。

【0233】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図である。

【0234】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークのノード障害・光ケーブル断線時の構成を説明する図である。

【0235】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を示す図である。

【0236】OADMノードを備えた4ファイバBLSRネットワークの選択特性の温らぎと温度選択性の温らぎと温度選択性である。

【0237】3段構成のAOTFの選択特性の温らぎと温度選択性を説明する図である。

【0238】AOTF駆動回路の選択特性の温らぎと温度選択性を説明する図である。

【0239】AOTFの駆動回路の構成を示す第2の例を示す図である。

【0240】OADMノードを適用した場合のプロトシジョンバスを説明する図である。

光の劣化の様子を示している。同図(b)に示されるように、光信号のレベルは光アンプ470-1～470-4でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従って減衰するということを繰り返している。伝つて、光信号のレベルのみに着目すれば、伝送路に適な階層で光アンプを配置しておけばよい。

【0241】このように、再生器を設けることで、光信号のレベルは光アンプ470-1～470-4でそれぞれ増幅され、伝送路を伝播するに従つて、光信号のレベルは徐々に悪化していく。SNR比が悪くなるほど悪化の仕方が小さくなっていくが、そのような状態になると光信号の情報を正確に読み取ることができなくなってしまう。從つて、SNRが悪くなりきらない内に、再生器471を使って光信号の再生を行ななくてはならない。再生器471は、受信した波長多重された光信号を各波長に分波し、各波長毎に光受信器ORで光受信し、3R処理を行つて電気信号を生成するための光を供給するためには使用されるレーザパンクの構成及び概念を説明する図である。

【0242】OADM装置におけるドロップ用AOFTの制御方法を説明する図(1)である。図(2)は、OADMノードにおけるドロップ用AOFTの分散補償と波形劣化特性について示した図である。

【0243】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの制御方法を説明する図(1)である。図(2)は、OADMノードにおけるドロップ用AOFTの分散補償と波形劣化特性について示した図である。

【0244】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの制御方法を説明する図(1)である。図(2)は、OADMノードにおけるドロップ用AOFTの位相マージンが70%以上である場合の分散トランジスを示した図である。

【0245】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示した図である。

【0246】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0247】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0248】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0249】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0250】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0251】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0252】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0253】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0254】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0255】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0256】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0257】OADMノードにおけるドロップ用AOFTの構成を示す図である。

【0258】OADM装置部分の分散補償のための構成の第1の例を示す図(1)である。

【0259】OADM装置部分の分散補償のための構成の第1の例を示す図(2)である。

【0260】OADM装置部分の分散補償のための構成の第2の例を示す図(1)である。

【0261】OADM装置部分の分散補償のための構成の第2の例を示す図(2)である。

【0262】OADM装置部分の分散補償のための構成の第3の例を示す図(1)である。

【0263】OADM装置部分の分散補償のための構成の第3の例を示す図(2)である。

【0264】OADM装置部分の分散補償のための構成の第4の例を示す図(1)である。

【0265】OADM装置部分の分散補償のための構成の第4の例を示す図(2)である。

【0266】OADM装置部分の分散補償のための構成の第5の例を示す図(1)である。

【0267】OADM装置部分の分散補償のための構成の第5の例を示す図(2)である。

【0268】OADM装置部分の分散補償のための構成の第6の例を示す図(1)である。

【0269】OADM装置部分の分散補償のための構成の第6の例を示す図(2)である。

【0270】OADM装置部分の分散補償のための構成の第7の例を示す図(1)である。

【0271】OADM装置部分の分散補償のための構成の第7の例を示す図(2)である。

【0272】OADM装置部分の分散補償のための構成の第8の例を示す図(1)である。

【0273】OADM装置部分の分散補償のための構成の第8の例を示す図(2)である。

【0274】OADM装置部分の分散補償のための構成の第9の例を示す図(1)である。

【0275】OADM装置部分の分散補償のための構成の第9の例を示す図(2)である。

【0276】OADM装置部分の分散補償のための構成の第10の例を示す図(1)である。

【0277】OADM装置部分の分散補償のための構成の第10の例を示す図(2)である。

【0278】OADM装置部分の分散補償のための構成の第11の例を示す図(1)である。

【0279】OADM装置部分の分散補償のための構成の第11の例を示す図(2)である。

【0280】OADM装置部分の分散補償のための構成の第12の例を示す図(1)である。

【0281】OADM装置部分の分散補償のための構成の第12の例を示す図(2)である。

【0282】OADM装置部分の分散補償のための構成の第13の例を示す図(1)である。

【0283】OADM装置部分の分散補償のための構成の第13の例を示す図(2)である。

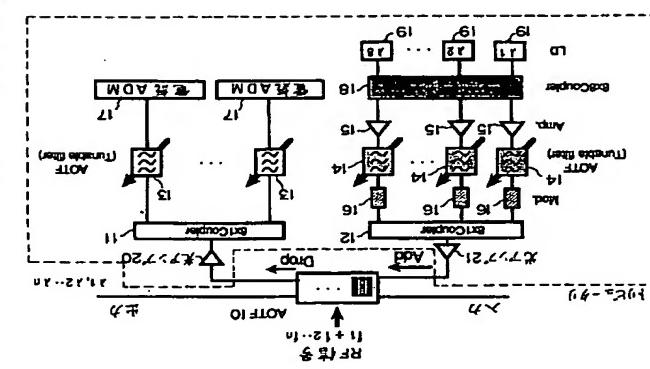
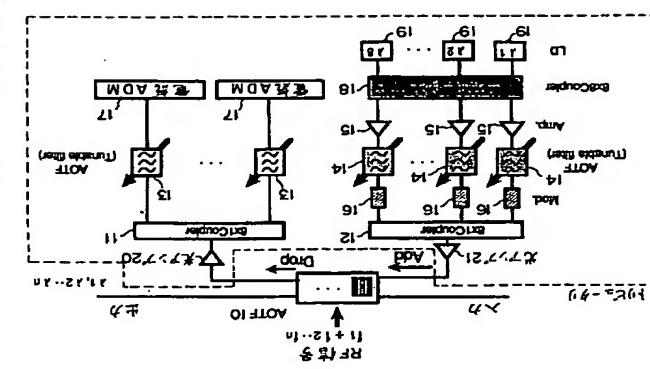
55

ADMノードを適用した場合のプロトクションバスを説明する図(その2)である。	1 3 5 外部変調器
【図5.3】双方向OADMノードを備えた2ファイバBLSRネットワークの正常時の構成を説明する図である。	1 3 8 合波器
【図5.4】双方向OADMノードを備えた2ファイバBLSRネットワークの光ケーブル断線時の構成を説明する図である。	1 4 1 RF信号発振器
【図5.5】光1+1プロテクションスイッチの構成例を示した図である。	1 4 4、1 8 4 光受信器
【図5.6】光伝送路において、再生器をどのように導入するかに関する考え方を説明する図である。	1 8 3 1 0 : 1光カブラー
【図5.7】光スイッチを用いた光ADM(OADM)装置の構成の一例を示した図である。	1 8 5、1 9 8 フォトダイオード(PD)
【符号の説明】	1 8 6、2 0 3 トランシング回路
F 10、1 3、1 4、3 1、3 2、4 2、4 3、1 4 0、 1 4 3、1 8 0、1 8 2、1 9 6、2 0 0 AOT	1 9 3 OADM装置制御CPU
F 1 1、1 2 1 5、2 0、2 1、3 0、3 4、4 0、4 5、1 3 6、 1 3 7 光アンプ	2 0 4 1 × 4光スイッチ
1 6、5 0、1 9 7 1 7 電気ADM	2 4 0 発振回路
1 8 8 × 8カブラー	2 4 1 周波数カウンタ
1 9、1 3 9 レーザダイオード	2 4 2 駆動回路
3 3、3 5、3 6、4 1、4 4、4 6、4 7、1 4 2、 1 8 1、1 9 0、1 9 1、1 9 4、1 9 5、1 9 9、2	3 4 0、3 6 1 光スイッチまたは光カブラー
0 1 光カブラー	3 4 1、3 5 0、3 6 0、3 7 1 光スイッチ
3 7、4 8、4 9 波長選択フィルタ(AOTF)	3 6 2、3 7 0 光カブラー
6 0～6 3 1 × 2スイッチ	4 1 0、4 1 4、4 1 5、4 1 9 1 × 2カブラー
1 3 0、2 0 2 レーザバンク	4 1 1、4 1 3、4 1 6、4 1 8、4 2 0、4 2 1、4
1 3 1 分配器	2 6、4 2 7、4 2 8、4 2 9、4 3 4、4 3 5、4 4
1 3 2 チューナブルフィルタ	1、4 4 2、4 4 5、4 4 6、4 4 9、4 5 0、4 5
1 3 3、1 9 2 (光)スペクトルモニタ	4 2 2、4 2 5、4 3 0、4 3 3 光ループバックスイッチ
	4 1 2、4 1 7 OADM装置
	4 2 3、4 3 1、4 4 3、4 4 4 OADM装置 (現用)
	4 2 4、4 3 2、4 5 1、4 5 2 OADM装置 (予備)
	4 4 0、4 4 7、4 4 8、4 5 5 BD-WDMカブラー
	3 0 4 6 0、4 6 1、4 6 6、4 6 7 2 × 1カブラー 4 6 2～4 6 5 メートスイッチ
	4 7 0～4 7 0～4 光アンプ
	4 7 1 再生器

【図14】

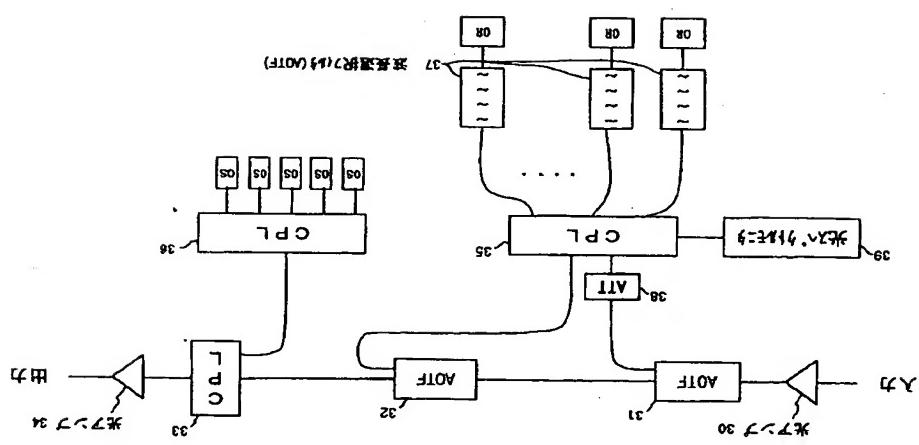
【図1】

AOTF用いたOADM装置の基本的原理を示す図

OADM装置に用いたドップ用AOTFの
制御方法を説明する図(その1)OADM装置に用いたドップ用AOTFの
制御方法を説明する図(その2)

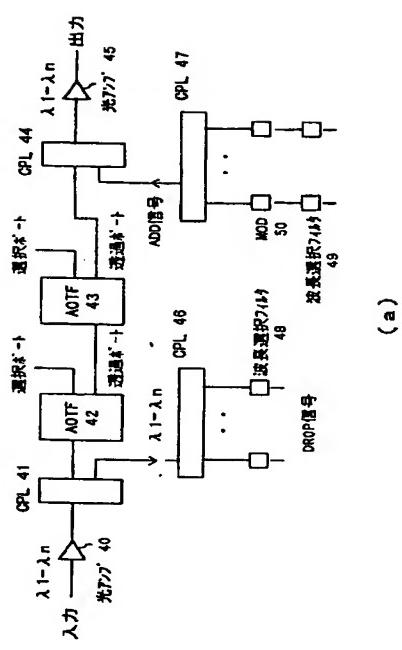
[図2]

実際のAOTFを使用してOADM装置を構成する場合の基本的構成例のブロック図

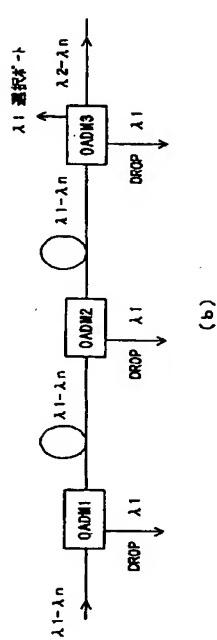


[図3]

AOTFを使ったプロードキャスト対応のOADM装置の構成例を示すブロック図



(a)



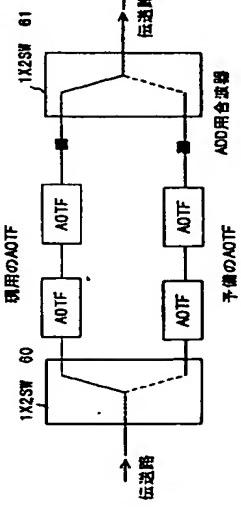
(b)

四

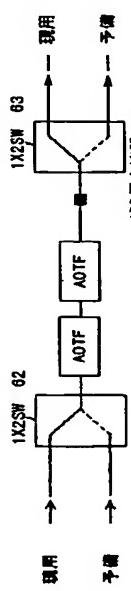
OA
ADM装置内のAOTF及び伝送路の冗長構成を示す原理図

121

AOTFの構成と表示



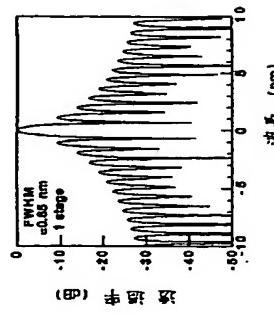
1



३

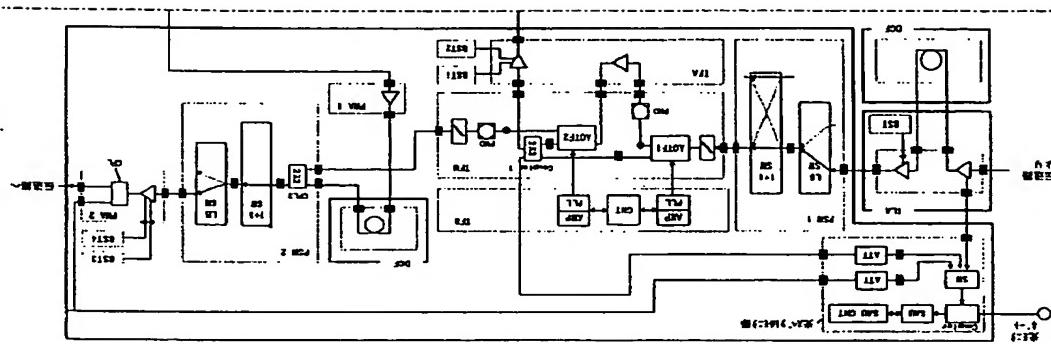
四二二

卷之三



51

AOTF を使用した OADM 装置の具体的構成の第 1 の例を示す(図 1)。



[図6]

AOTFを使用したOADM装置の具体的構成の
第1の例を示す図(図12)

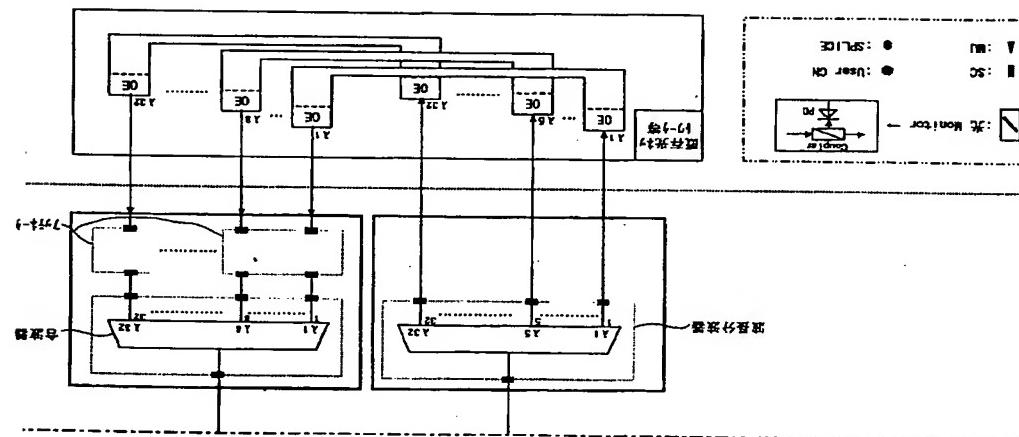
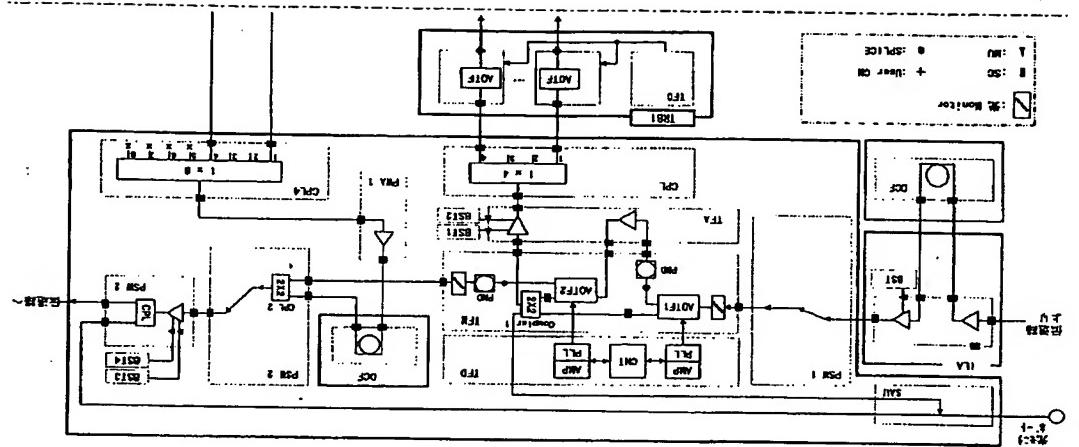
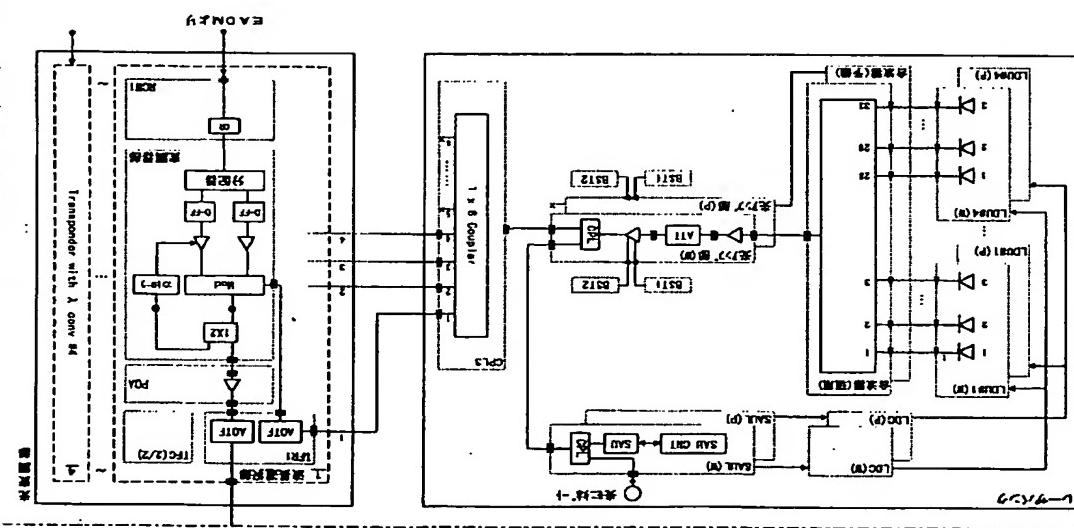


图7

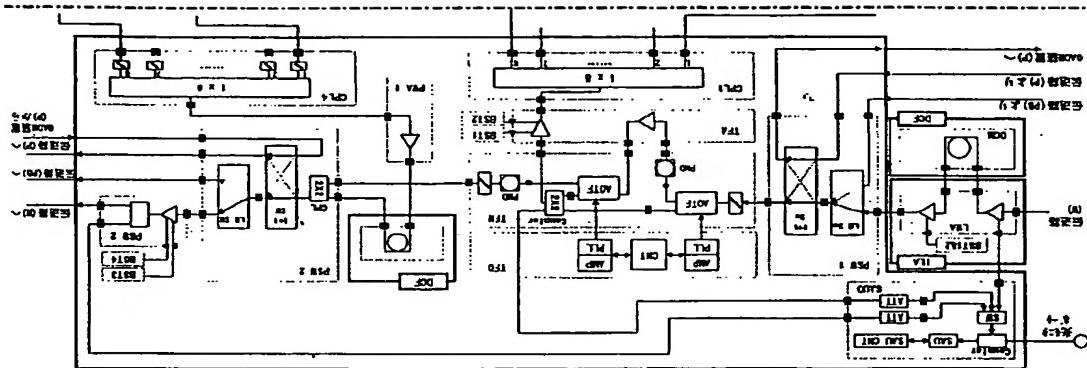
AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成の第2の例を示す図(その1)



AOTFを用いたOADM装置の具体的な構成の第2の例を示す図(2の2)



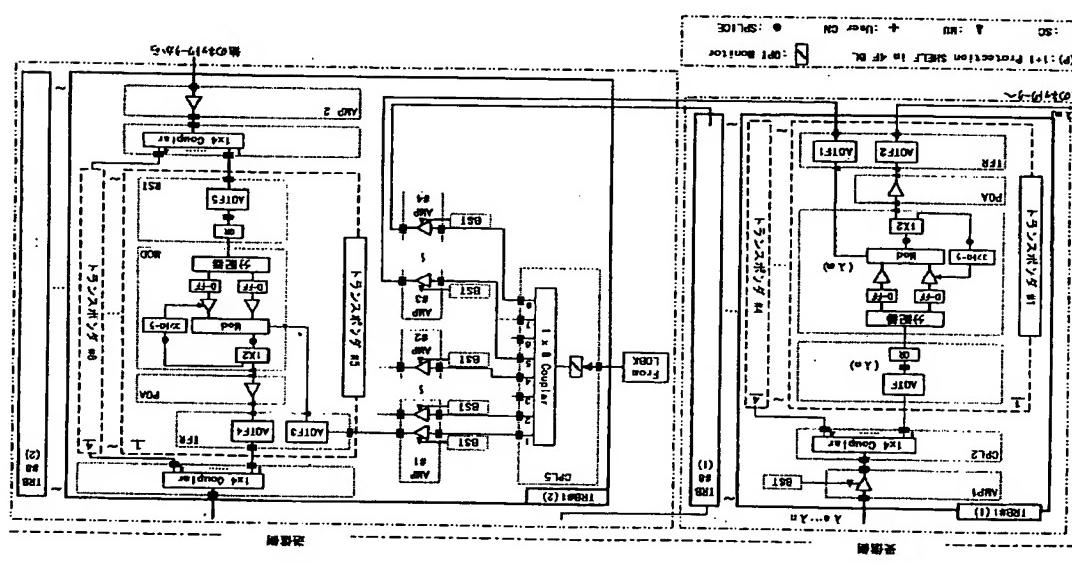
AOTFを備えたOADM装置の具体的構成の第3の例を示す図(3)の1)



16

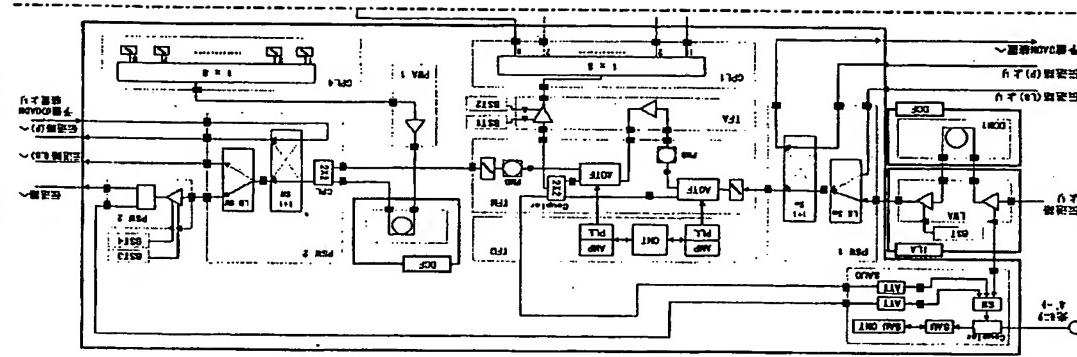
AOTEを使ったOADM装置の具体的構成の第3の例を示す図
(その2)

[図10]



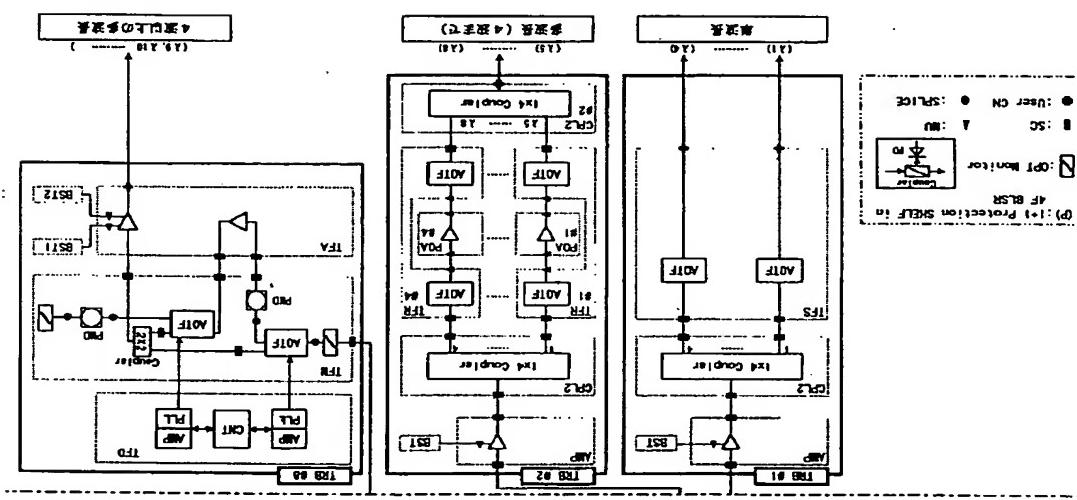
AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の第4の例を示す図
(その1)

[図11]



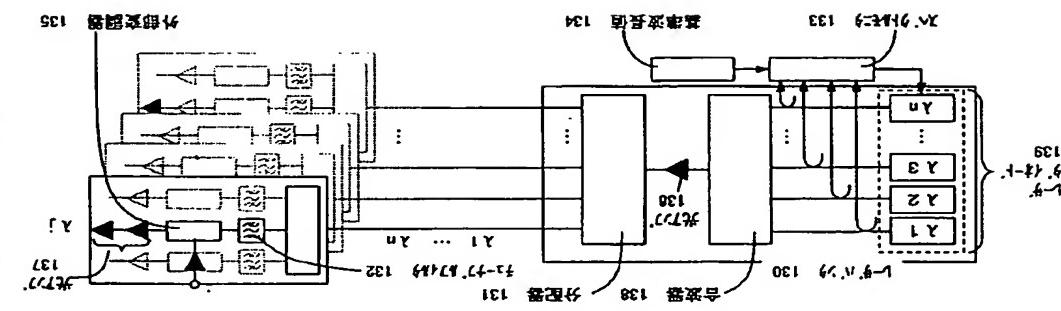
[図1.2]

AOTFを使ったOADM装置の具体的構成の
第4の例を示す図 (その2)



[図1.3]

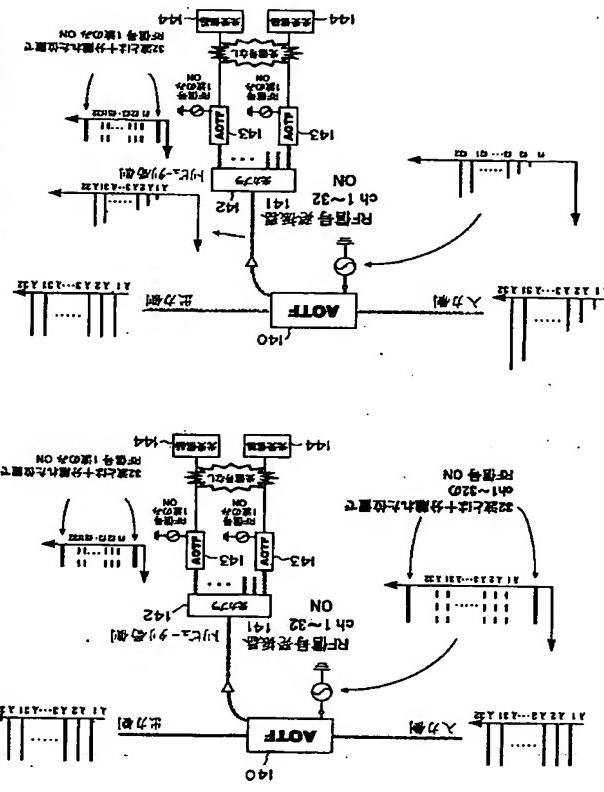
アド光信号を生成するための光を供給するために
使用されるレーザーバンクの構成及び概念を説明する図



(42)

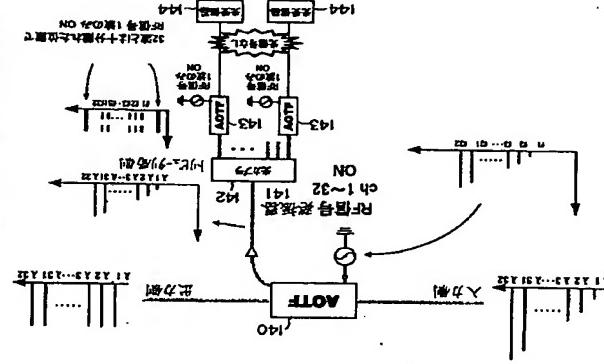
[図15]

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法と説明図(4-2)



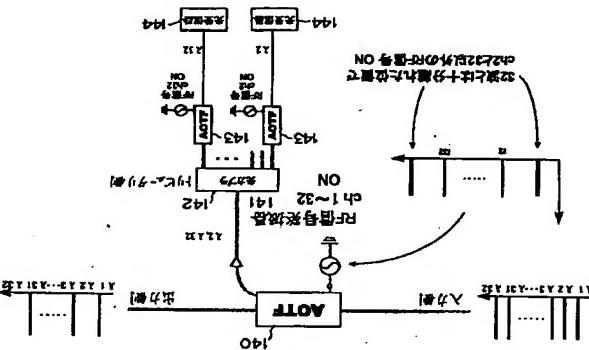
[図16]

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法と説明図(4-3)



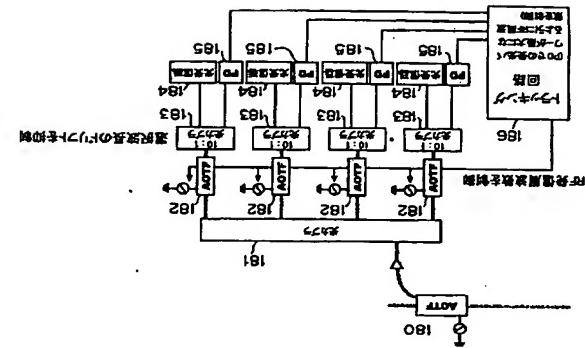
[図17]

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法と説明図(4-4)

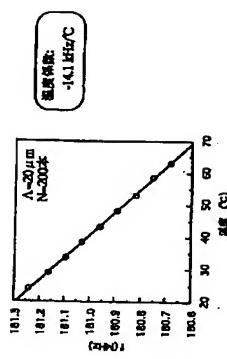


[図18]

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法と説明図(4-5)



[図25]
共振器の温度依存性を示す図
図25は、共振器の温度依存性を示す図である。Y軸は「△-20μm」、X軸は「温度(℃)」である。図中には、「△-20μm N=2048」と記載されている。



[図29]

AOTFの起動回路の構成を示す第2の例を示す図

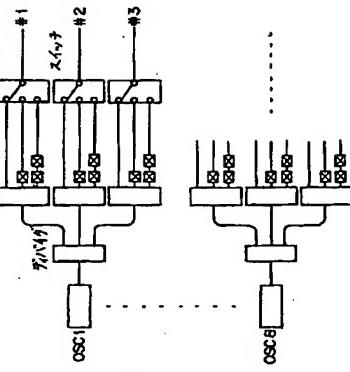
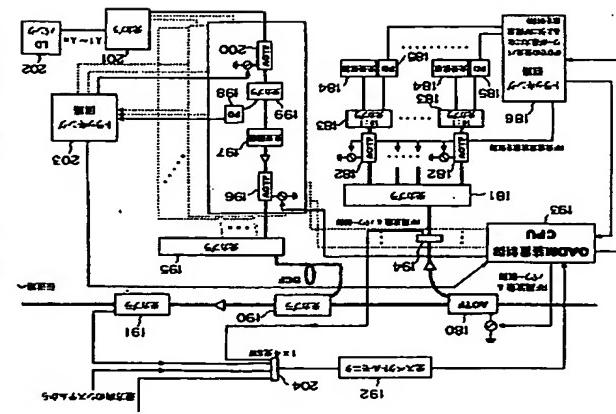


図29は、AOTFの起動回路の構成を示す第2の例を示す図である。

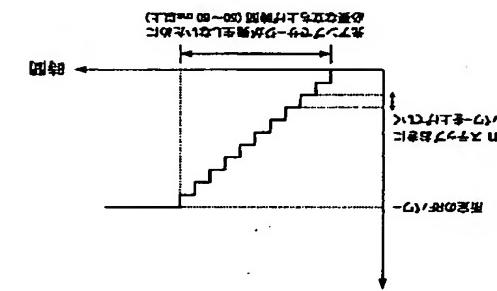
[図19]

OADM装置にかけたドロップ用AOTFの制御方法を説明する図(図20)



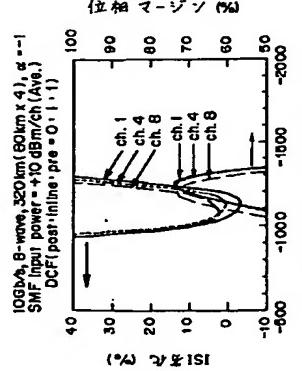
[図20]

OADM装置におけるドロップ用AOTFの制御方法を説明する図(図21)

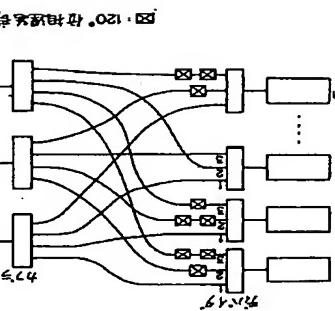


[図21]

分散補償と波形劣化特性について示す図
(図22)



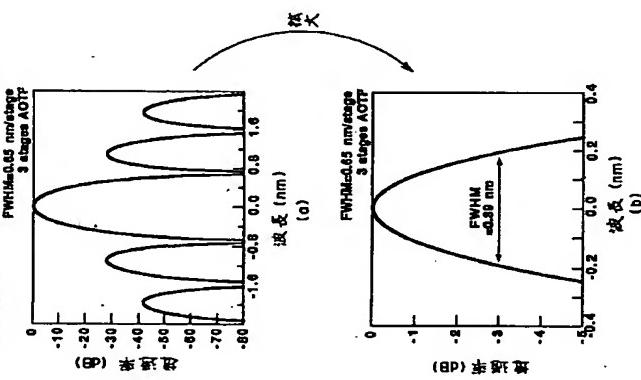
イタリアンガラス DCF (ps/nm/unit)



[図22] 120°分散遮蔽器

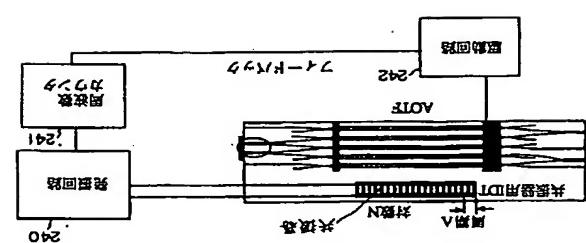
[図23]

同一AOTFを3段モードで構成し、同一周波数のSAWで波長選択した場合の波長選択性
PMWavelength selection
3 stages AOTF



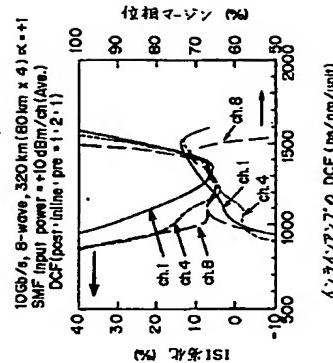
[図24]

AOTFの温度依存性に対する技術説明図
AOTFの温度依存性に対する技術説明図



[図24]

分散補償と波形劣化特性について示す図
(図23)



イタリアンガラス DCF (ps/nm/unit)

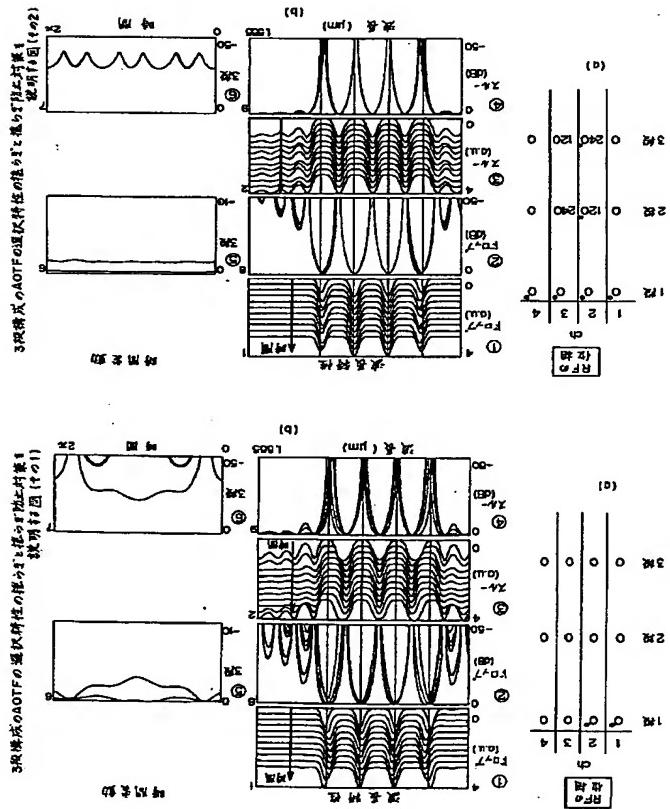
[図25]

(47)

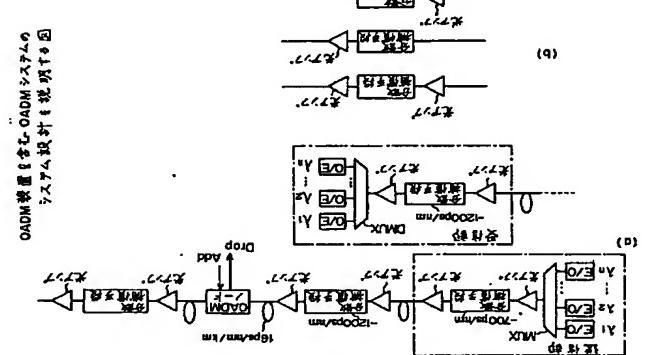
昭平 11-289296

特開平 11-289296

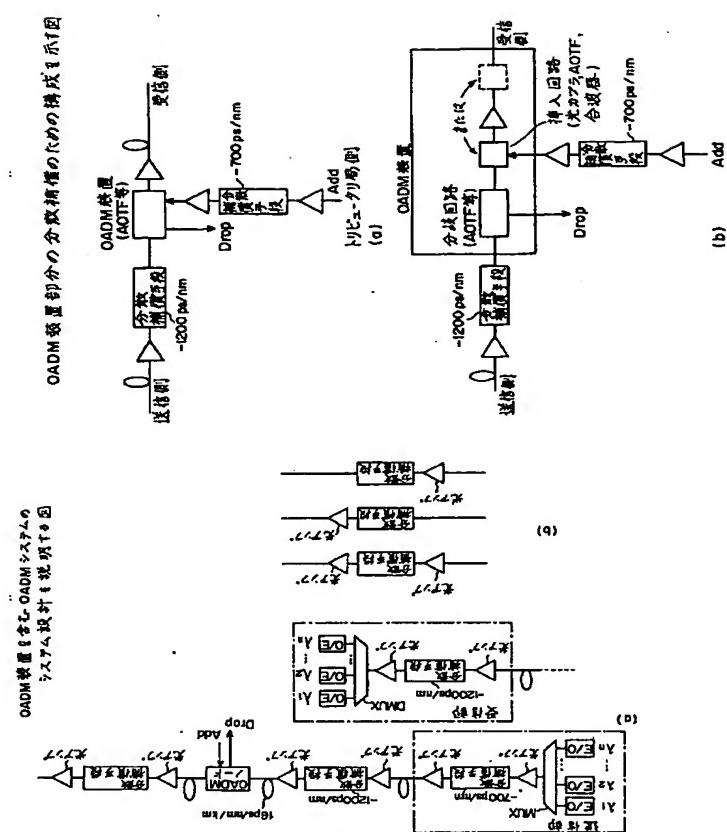
【図 26】



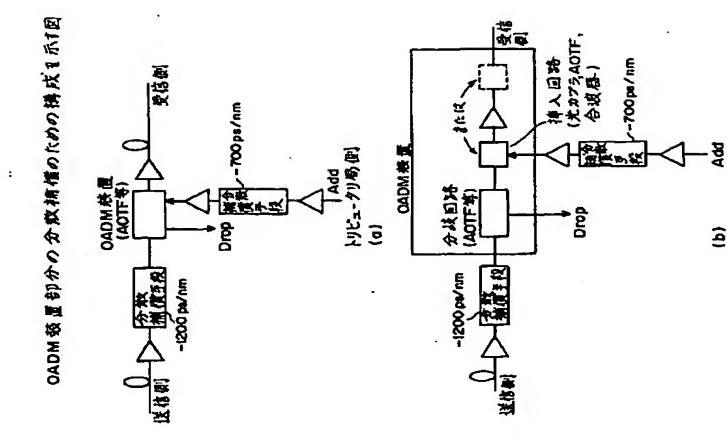
【図 27】



【図 30】



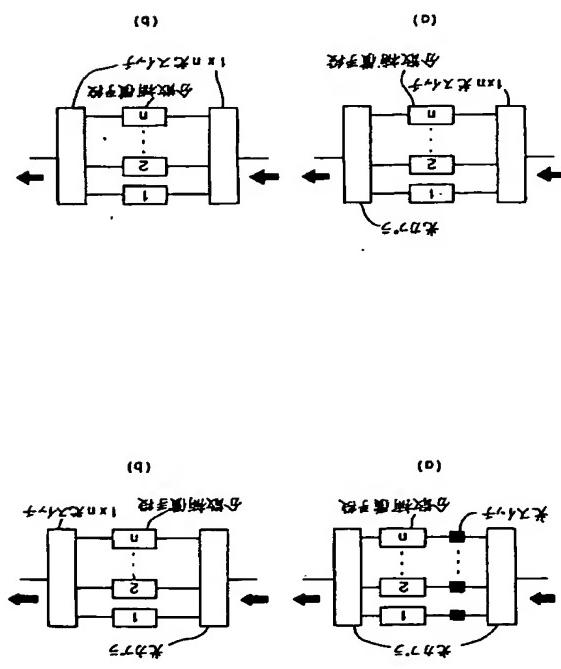
【図 31】



(48)

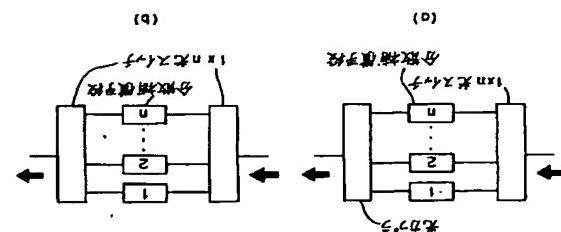
[図32]

送信部、受信部、及びODM装置のアド例。
ドロップ側に設けられた分散複用手段の構成例を
示す図(1)(a)～(d)



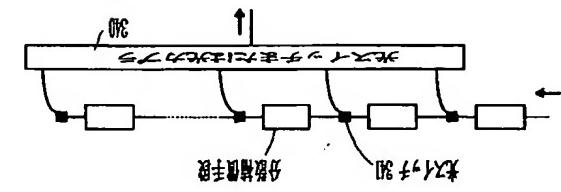
[図33]

送信部、受信部、及びODM装置のアド例。
ドロップ側に設けられた分散複用手段の構成例を
示す図(1)(e)



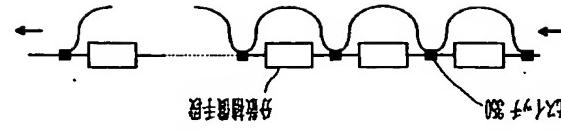
[図34]

分散複用手段の構成例を示す図
(1)(f)



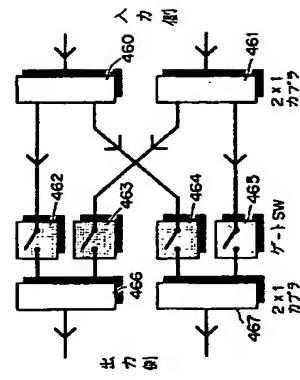
[図35]

分散複用手段の構成例を示す図
(1)(g)



[図55]

光1+1プロテクションスイッチの構成例を示す図

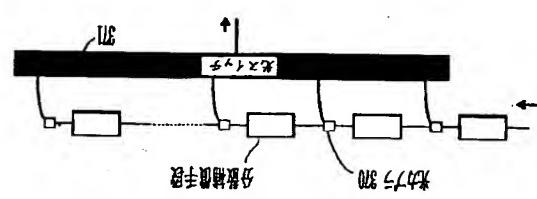


特開昭11-280306

(52)

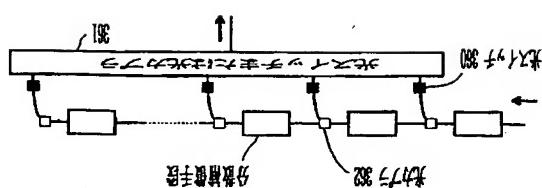
図37

分散補償するための構成の変化例を示した図(7の4)



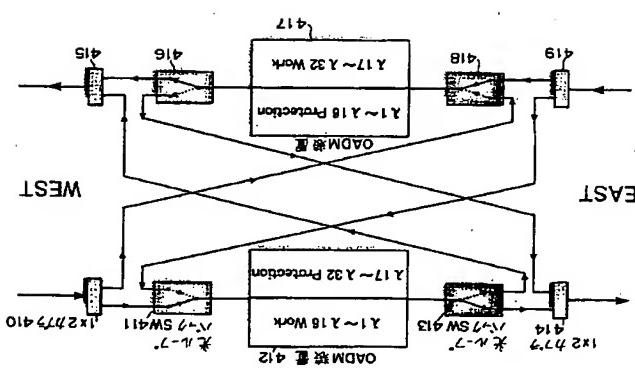
[図36]

分散補償技術の構成の変化例を示した図(その3)



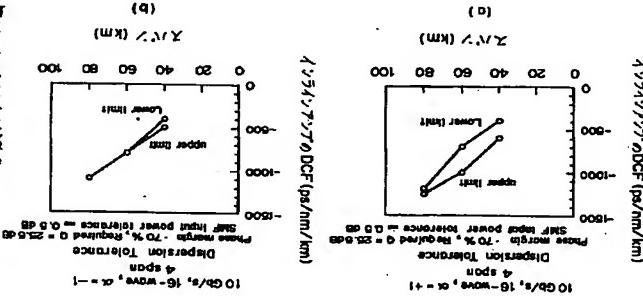
四二

274 イバ BLSR の OAOM ノードの構成を示した図

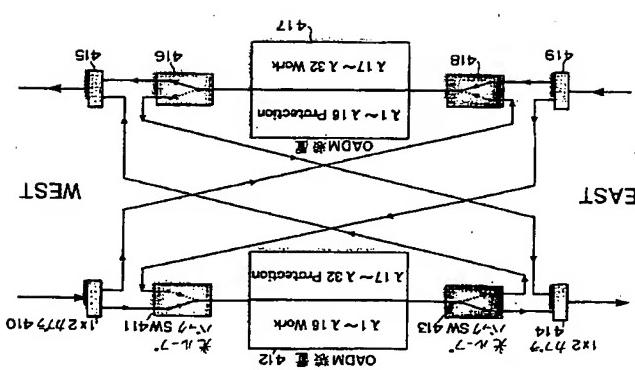


四〇一

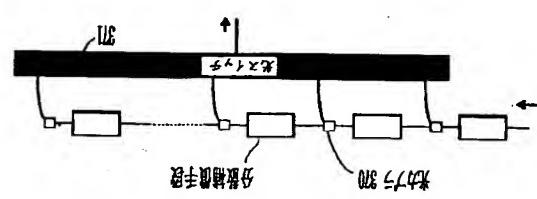
位相マージンが70%以上である場合の、各部比ヨンを比較する。



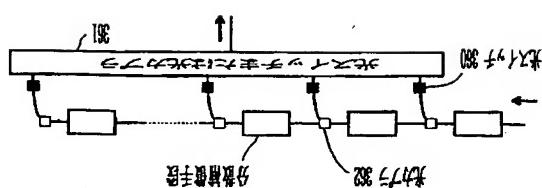
図示した成績の構造



变化剧烈



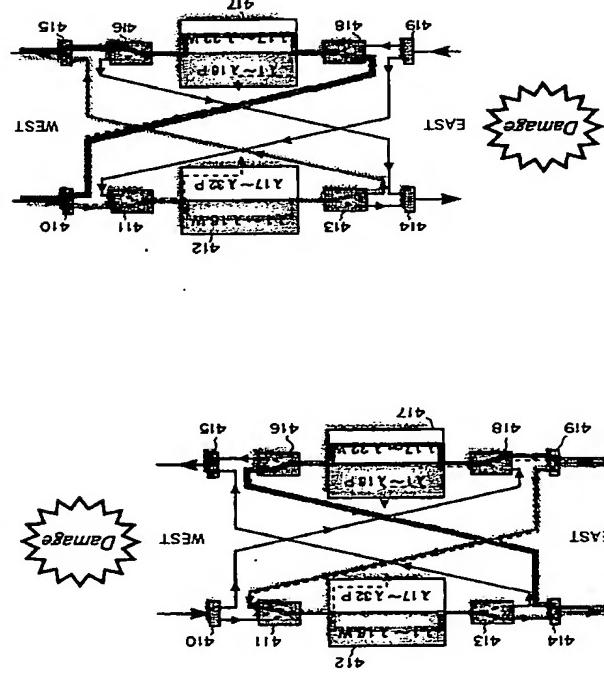
(七の三) 図を示した例



[図4.2]

27GビットBLSRのOADM/-FD
プロテクションバスを記す図

(4.01)



27GビットBLSRのOADM/-FD
プロテクションバスを記す図

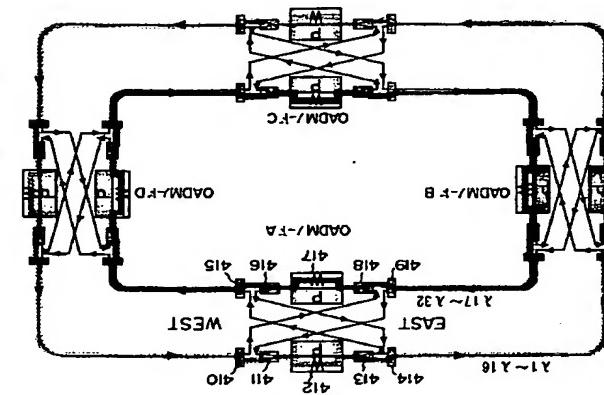
(4.02)

[図4.3]

[図4.5]

OADM/-FDを備えた27Gb/s BLSRネットワーク
正常時の構成と説明図

(4.01)



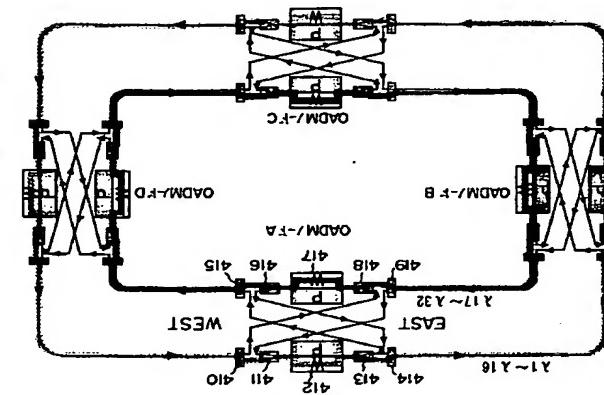
OADM/-FDを備えた27Gb/s BLSRネットワーク
正常時の構成と説明図

(4.02)

[図4.4]

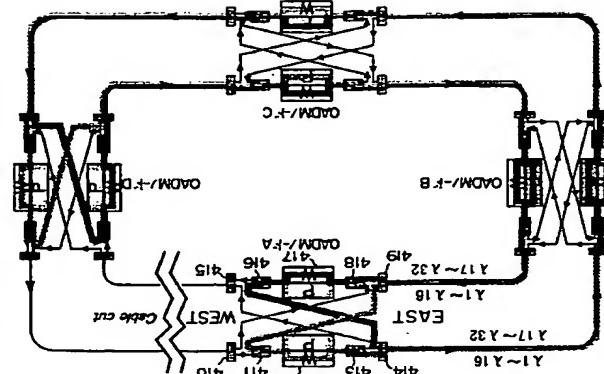
OADM/-FDを備えた27Gb/s BLSRネットワーク
光ケーブル断線時の構成と説明図

(4.01)



OADM/-FDを備えた27Gb/s BLSRネットワーク
光ケーブル断線時の構成と説明図

(4.02)



[图46]

47.4.1.1 BLSRの構成と表示

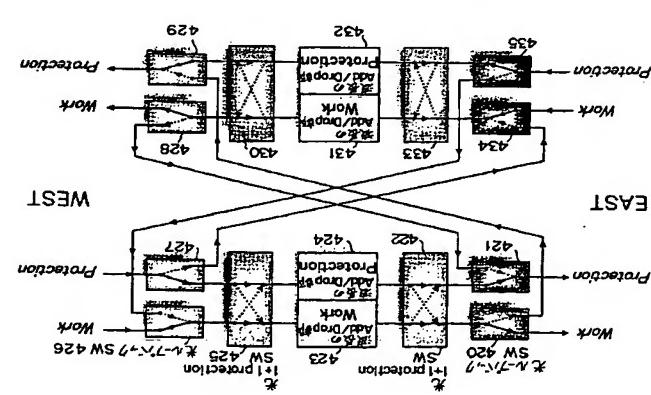
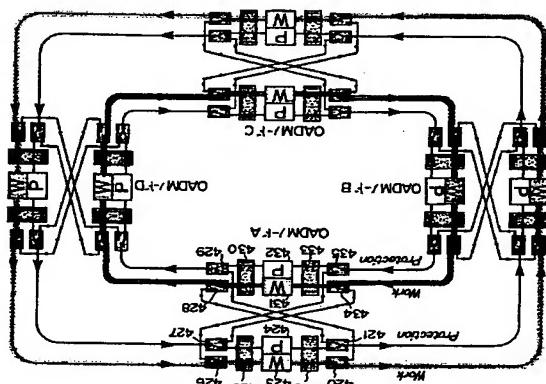


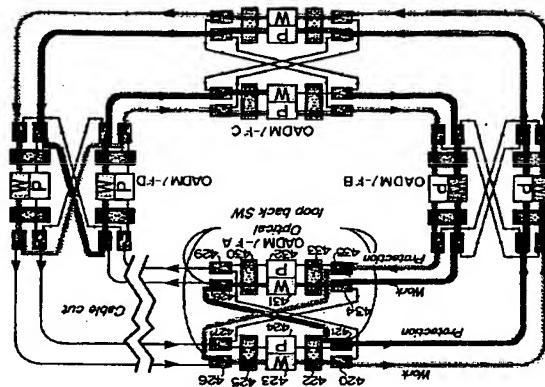
图 A7】

OADM / -F 6 備考 477 4/8 BLSR 2017-10

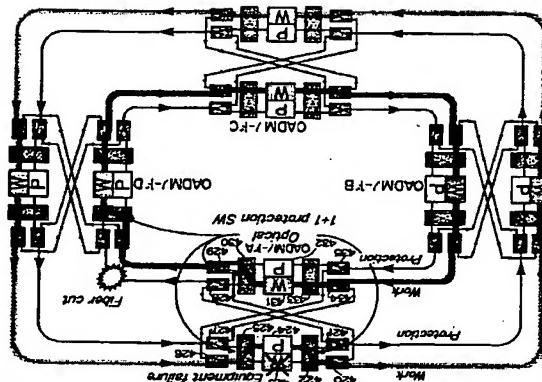


1

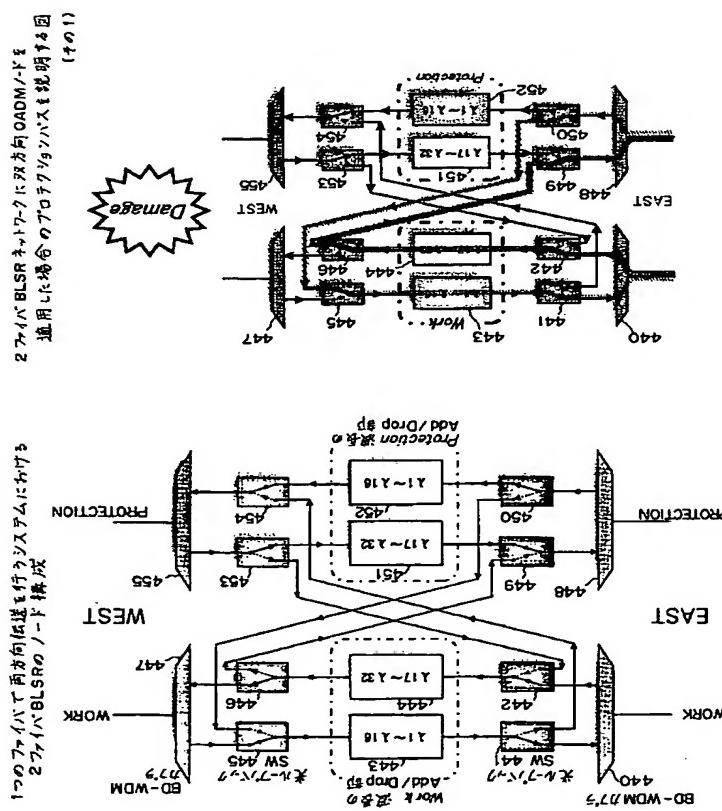
OADMノードを備えた4774バイトBLSRネットワークの構成と説明



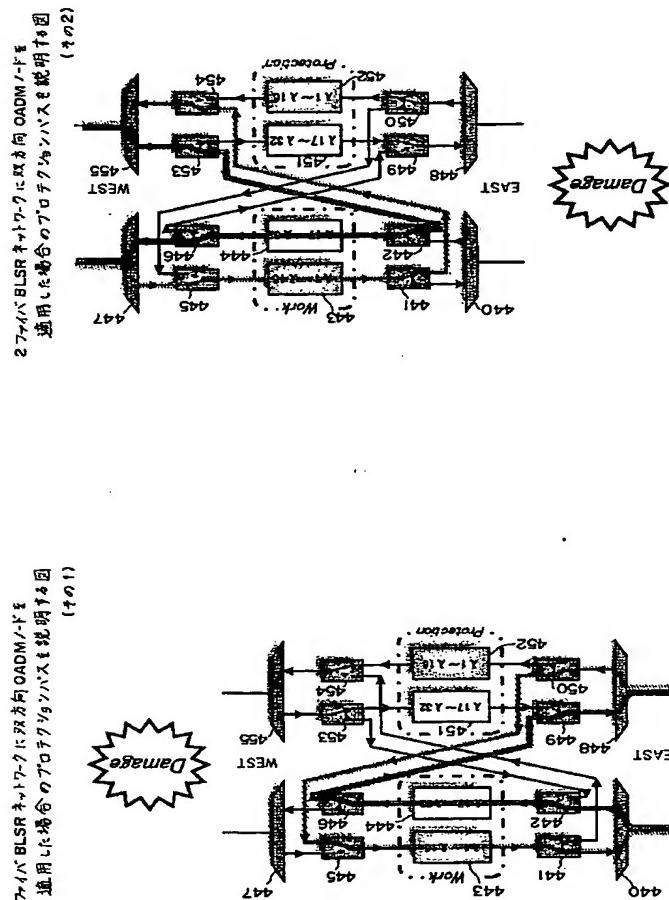
OADMノードを備えた4ファイバBLSRのネットワーク
ノード障害・光ケーブル断線時の構成性障害も同



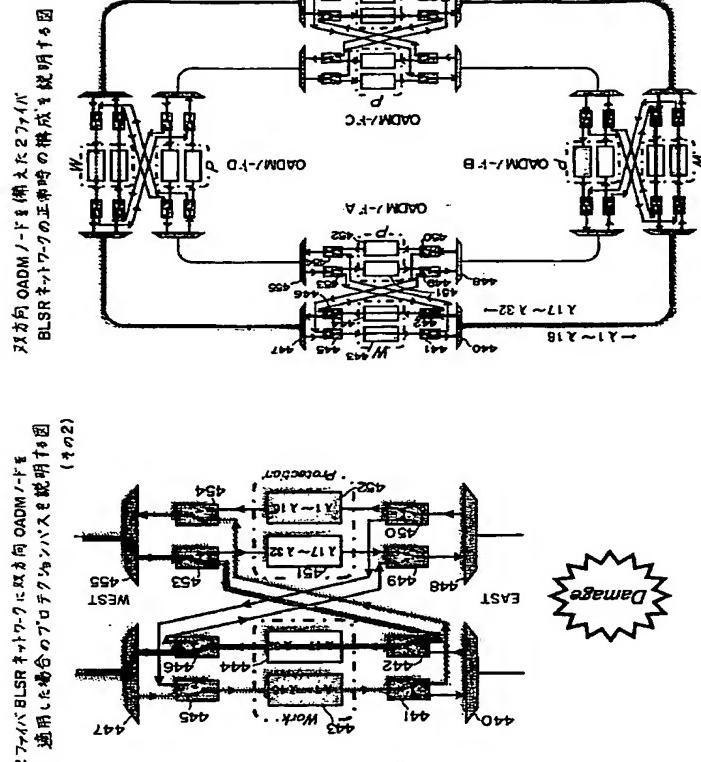
[図5.0]



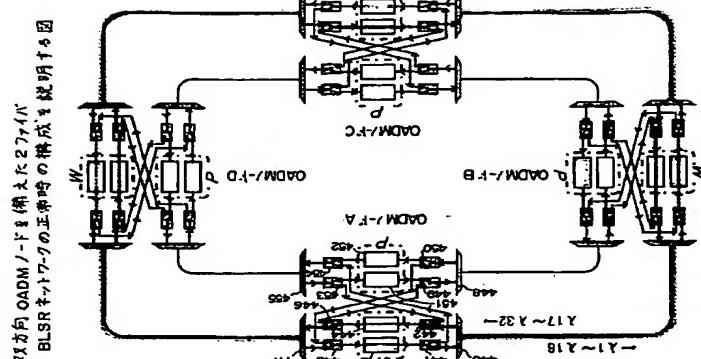
[図5.1]



[図5.2]



[図5.3]



(図5.2)

(図5.3)

